PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **2000-124516**

(43)Date of publication of application : **28.04.2000**

---

(51)Int.Cl.

H01L 41/09
C01B 13/14
C01G 23/00
H01L 41/22

---

(21)Application number : **10-373841**

(22)Date of filing : **28.12.1998**

(71)Applicant : **SAMSUNG ELECTRO MECH CO LTD**

(72)Inventor : **JANG KWANG KYUN**
IN SOKEON
KIM DONG-HUN

---

(30)Priority

Priority number : **98 9842912** Priority date : **14.10.1998** Priority country : **KR**

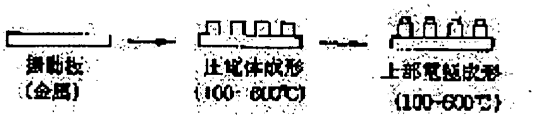
---

(54) PIEZOELECTRIC/ELECTROSTRICTIVE ACTUATOR AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve yield by molding a piezoelectric/electrostrictive film on a diaphragm by using a specific cermic paste, baking the piezoelectric/ electrostrictive film and an upper electrode thereon.

SOLUTION: A superfine ceramic oxide powder made mainly of lead and titanium is produced at 100-500°C through non-explosive oxidation-reduction burning reaction, so that its particle size is made to be 1 μm or less. The obtained superfine ceramic oxide powder is mixed with a superfine ceramic powder containing a water or an organic solvent as a base and a ceramic sol solution having the same or similar element so as to produce a ceramic paste. A piezoelectric/electrostrictive



film is formed on a diaphragm by using the ceramic paste, and the formed piezoelectric/electrostrictive film is heated at 100-600°C for firing, resulting in an upper electrode thereon.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	28.12.1998
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	3022536
[Date of registration]	14.01.2000
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]
[Claim 1] it is manufactured by the non-explosivility oxidization-reduction combustion reaction at the phase of offering a metal diaphragm, and 100-500-degree C low temperature, and particle size is 1 micrometer or less, and uses lead (Pb) and titanium (Ti) as a basic configuration element -- with detailed ceramic oxide powder [overly] Said phase which manufactured water or an organic solvent as the base and which mixes overly the same as that of detailed ceramic powder, or the ceramic sol solution of a similar component, and manufactures a ceramic paste, By using said ceramic paste and heat-treating at 100-600 degrees C with the phase which fabricates piezo-electricity / electrostriction film to said diaphragm The manufacture approach of of the piezo-electricity / electrostriction actuator characterized by including the phase of making the piezo-electricity / electrostriction film fabricated by said diaphragm calcinating, and the phase which fabricates an up electrode on piezo-electricity / electrostriction film.
[Claim 2] The manufacture approach of of the piezo-electricity / electrostriction actuator according to claim 1 characterized by including further the phase heat-treated at 100-600 degrees C after fabricating an up electrode.
[Claim 3] It is the manufacture approach of of the piezo-electricity / electrostriction actuator according to claim 1 characterized by using a stainless steel plate or a nickel plate as said metal diaphragm.
[Claim 4] The manufacture approach of of the piezo-electricity / electrostriction actuator according to claim 1 characterized by performing heat treatment after fabricating said piezo-electricity / electrostriction film at 150-300 degrees C.
[Claim 5] The manufacture approach of of the piezo-electricity / electrostriction actuator according to claim 1 characterized by using it as an up electrode, choosing from silver (Ag), aluminum (aluminum), gold (Au), or platinum (Pt).
[Claim 6] it is manufactured by the non-explosivility oxidization-reduction combustion reaction at a metal diaphragm and 100-500-degree C low temperature, and particle size is 1 micrometer or less, and uses lead (Pb) and titanium (Ti) as a basic configuration element -- with detailed ceramic oxide powder [overly] Said piezo-electricity / electrostriction film which manufactured water or an organic solvent as the base and which was fabricated on said metal diaphragm using overly the same as that of detailed ceramic powder, or the ceramic paste which mixed the ceramic sol solution of a similar component, The piezo-electricity / electrostriction actuator characterized by consisting of up electrodes combined with the upper part of said piezo-electricity / electrostriction film.
[Claim 7] Said metal diaphragm is the piezo-electricity / electrostriction actuator according to claim 6 characterized by being a stainless steel plate or a nickel plate.
[Claim 8] Said up electrode is the piezo-electricity / electrostriction actuator according to claim 6 characterized by being chosen from metals, such as silver (Ag), aluminum (aluminum), gold (Au), or platinum (Pt).
[Claim 9] It is manufactured by the non-explosivility oxidation-reduction combustion reaction at the phase of offering a diaphragm, the phase which fabricates a lower electrode on a diaphragm, and 100-

500-degree C low temperature. particle size is 1 micrometer or less, and uses lead (Pb) and titanium (Ti) as a basic configuration element -- with detailed ceramic oxide powder [overly] Said phase which manufactured water or an organic solvent as the base and which mixes overly the same as that of detailed ceramic powder, or the ceramic sol solution of a similar component, and manufactures a ceramic paste, By using said ceramic paste and heat-treating at 100-600 degrees C with the phase which fabricates piezo-electricity / electrostriction film to said diaphragm The manufacture approach of of the piezo-electricity / electrostriction actuator characterized by including the phase of making the piezo-electricity / electrostriction film fabricated by said diaphragm calcinating, and the phase which fabricates an up electrode on said piezo-electricity / electrostriction film.
[Claim 10] It is the manufacture approach of of the piezo-electricity / electrostriction actuator according to claim 9 characterized by using a ceramic diaphragm as said diaphragm.
[Claim 11] Said ceramic diaphragm is the manufacture approach of of the piezo-electricity / electrostriction actuator according to claim 10 characterized by being an aluminum oxide (aluminum 2O3), a zirconium dioxide (ZrO2), silicon carbide (SiC), silicon nitride (Si3N4), a silicon dioxide (SiO2), or textile glass yarn.
[Claim 12] It is the manufacture approach of of the piezo-electricity / electrostriction actuator according to claim 10 characterized by using it as a lower electrode fabricated on said diaphragm, choosing from conductive pastes, such as an alloy of platinum (Pt), silver (Ag), silver / palladium (Ag/Pd), nickel (nickel), and copper (Cu).
[Claim 13] The manufacture approach of of the piezo-electricity / electrostriction actuator according to claim 12 characterized by including further the phase heat-treated at 500-1,400 degrees C after fabricating said lower electrode on said vibration.
[Claim 14] The manufacture approach of of the piezo-electricity / electrostriction actuator according to claim 9 characterized by using the giant-molecule nature organic compound diaphragm of resin as said diaphragm.
[Claim 15] It is the manufacture approach of of the piezo-electricity / electrostriction actuator according to claim 14 characterized by using a polyester system, a polyimide system, or a Teflon system resin diaphragm as a macromolecule nature organic compound diaphragm of said resin.
[Claim 16] It is the manufacture approach of of the piezo-electricity / electrostriction actuator according to claim 14 characterized by using it as a lower electrode fabricated on said diaphragm, choosing from metals, such as silver (Ag), aluminum (aluminum), gold (Au), or platinum (Pt).
[Claim 17] The manufacture approach of of the piezo-electricity / electrostriction actuator according to claim 16 characterized by including further the phase heat-treated at 100-300 degrees C after fabricating said lower electrode on said diaphragm.
[Claim 18] The manufacture approach of of the piezo-electricity / electrostriction actuator according to claim 9 characterized by using it as said up electrode, choosing from silver (Ag), aluminum (aluminum), gold (Au), or platinum (Pt).
[Claim 19] The manufacture approach of of the piezo-electricity / electrostriction actuator according to claim 9 characterized by including further the phase heat-treated at 100-600 degrees C after fabricating said up electrode.
[Claim 20] The manufacture approach of of the piezo-electricity / electrostriction actuator according to claim 9 characterized by performing heat treatment after fabricating said piezo-electricity / electrostriction film at 150-300 degrees C.
[Claim 21] It is manufactured by the non-explosivility oxidation-reduction combustion reaction at a diaphragm, the lower electrode combined on the diaphragm, and 100-500-degree C low temperature. particle size is 1 micrometer or less, and uses lead (Pb) and titanium (Ti) as a basic configuration element -- with detailed ceramic oxide powder [overly] Said piezo-electricity / electrostriction film which manufactured water or an organic solvent as the base and which was fabricated on said metal diaphragm using overly the same as that of detailed ceramic powder, or the ceramic paste which mixed the ceramic sol solution of a similar component, The piezo-electricity / electrostriction actuator characterized by coming to contain the up electrode combined with the upper part of said piezo-

electricity / electrostriction film.
[Claim 22] They are the piezo-electricity / electrostriction actuator according to claim 21 characterized by using a ceramic diaphragm as said diaphragm.
[Claim 23] Said ceramic diaphragm is the piezo-electricity / electrostriction actuator according to claim 22 characterized by being an aluminum oxide (aluminum 2O3), a zirconium dioxide (ZrO2), silicon carbide (SiC), silicon nitride (Si3N4), a silicon dioxide (SiO2), or textile glass yarn.
[Claim 24] They are the piezo-electricity / electrostriction actuator according to claim 22 characterized by using it as a lower electrode fabricated on said diaphragm, choosing from conductive pastes, such as an alloy of platinum (Pt), silver (Ag), silver / palladium (Ag/Pd), nickel (nickel), and copper (Cu).
[Claim 25] The piezo-electricity / electrostriction actuator according to claim 21 characterized by using the macromolecule nature organic compound diaphragm of resin as said diaphragm.
[Claim 26] They are the piezo-electricity / electrostriction actuator according to claim 25 characterized by using a polyester system, a polyimide system, or a Teflon system resin diaphragm as a macromolecule nature organic compound diaphragm of said resin.
[Claim 27] They are the piezo-electricity / electrostriction actuator according to claim 25 characterized by using it as a lower electrode fabricated on said diaphragm, choosing from metals, such as silver (Ag), aluminum (aluminum), gold (Au), or platinum (Pt).
[Claim 28] The piezo-electricity / electrostriction actuator according to claim 21 characterized by using it as said up electrode, choosing from silver (Ag), aluminum (aluminum), gold (Au), or platinum (Pt).

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]
[0001]
[Field of the Invention] This invention is a thing about piezo-electricity / electrostriction actuator, and its manufacture approach. In piezo-electricity / electrostriction actuator, a diaphragm and a piezo electric crystal are not pasted up by the 3rd matter in more detail. By fabricating the ceramic powder which carried out special manufacture on a thin film, or the piezo-electricity / electrostriction film of a thick-film gestalt on the diaphragm which became with the metal, the organic compound, or the ceramic according to the special process, heat-treating it at low temperature comparatively, and unifying It is related with the piezo-electricity / electrostriction actuator which enabled it to constitute the piezo-electricity / electrostriction actuator of only required quantity without post processing in coincidence, and its manufacture approach by minimum-izing deterioration of a diaphragm and giving patterning at the time of shaping of a piezo electric crystal.
[0002]
[Description of the Prior Art] Generally, an actuator consists of a diaphragm, a lower electrode formed in the upper part of a diaphragm, the piezo-electricity / electrostriction film formed in the upper part of a lower electrode, and an up electrode formed in the upper part of piezo-electricity / electrostriction film.
[0003] The actuator which has such a configuration will vibrate the piezo-electricity / electrostriction film put on inter-electrode repeating deformation and restoration by that cause, if a power source is impressed to an up electrode and a lower electrode.
[0004] Although the piezo-electricity / electrostriction film used as a piezo electric crystal in piezo-electricity / electrostriction actuator are manufactured, the ceramic powder manufactured by the solid phase technique has been used at the former.
[0005] After the solid phase technique called oxide method mixes the oxide or fused salt which is the source material of a powder gestalt and heat-treats it at 1,000-1,200 degrees C, it is an approach of grinding and sintering and manufacturing ceramic powder.
[0006] The particle size of the ceramic powder manufactured by such solid phase technique changes with the particle size of raw material powder, since the particle size of the powder generated is comparatively large at 0.2-2 micrometers, it is unsuitable for obtaining a particle 0.1 micrometers or less, and it has the fault as which heat treatment in an elevated temperature of 1,000 degrees C or more is required on the property of a process.
[0007] In manufacturing the various membrane type devices using a ceramic, the ceramic paste was manufactured to the former using ceramic powder, and the approach of heat-treating, after printing this to a diaphragm or carrying out molding has mainly been used for it.
[0008] In order to manufacture a ceramic paste, after adding a ceramic particle with a mean particle diameter of 1 micrometer manufactured by the solid phase technique, the approach of mixing and stirring has been used for the solution made to dissolve a binder, a vehicle, a plasticizer, a dispersant, etc. in a solvent at the former.
[0009] In order to manufacture piezo-electricity / electrostriction film using the ceramic paste

manufactured by said approach, after printing a ceramic paste to a diaphragm, it dries at 130 degrees C and heat-treats above 1,000 degrees C, but before heat-treating after desiccation, there is a trouble that another additional heat treatment should be performed above 500 degrees C, for the debinder activity for completely removing the added organic substance component.

[0010] Moreover, since the ceramic paste manufactured by such approach has the large ceramic particle, shaping at low temperature is impossible for it and it should heat-treat above 1,000 degrees C, there is [a trouble that the range of a selectable diaphragm is restricted].

[0011] The manufacture approach of of the conventional piezo-electricity / electrostriction actuator is divided into two methods of the case where a metal or the macromolecule nature organic compound of resin is used as a diaphragm, and the case where a ceramic is used as a diaphragm by the quality of the material of the diaphragm used.

[0012] First, it investigates about the case where a metal or the macromolecule nature organic compound of resin is used as a diaphragm.

[0013] The example in the case of using the resin which is an insulating organic compound as a diaphragm is indicated by Japan JP,9-300609,A.

[0014] Since deterioration of the diaphragm by the elevated temperature cannot be avoided when using a metal and the macromolecule nature organic compound of resin as a diaphragm, after fabricating or manufacturing a piezo electric crystal independently and pasting up a diaphragm and a piezo electric crystal by the 3rd matter, a piezo electric crystal plate is machined in fixed magnitude, the piezo-electricity / electrostriction actuator of request quantity are constituted, and such a process is shown in drawing 1 .

[0015] Since resin or a metal is used for this approach as a diaphragm, it has the fault which can avoid a process of high difficulty like micro processing of a ceramic.

[0016] However, in order to paste up a diaphragm and a piezo electric crystal by the 3rd matter, in an adhesion process, the problem of the thickness of adhesives not being uniform and air bubbles being mixed occurs, and there is a trouble that dependability reservation with a glue line is difficult.

[0017] Moreover, in order to obtain the piezo-electricity / electrostriction actuator of request quantity, slicing of the piezo electric crystal plate is carried out by machining, but since a limitation is for the limitation of machining to raise the degree of integration of piezo-electricity / electrostriction actuator, there is a trouble which cannot be easily equipped with competitive strength in respect of quality and productivity.

[0018] Moreover, since the distance between an up electrode and a lower electrode, and a diaphragm is very short at about 30 micrometers, when using a metal as a diaphragm, there is anxiety to which discharge takes place.

[0019] It investigates about the case where a ceramic is used as a diaphragm next.

[0020] The example at the time of manufacturing piezo-electricity / electrostriction actuator, using a ceramic as a diaphragm is indicated by U.S. Pat. No. 5430344.

[0021] When fabricating the thin film or thick film of a piezo electric crystal directly on a diaphragm, the sintering temperature of a piezo electric crystal is high, and since a diaphragm tends to deteriorate by this, the ceramic which also bears the sintering temperature of a piezo electric crystal is used as a diaphragm.

[0022] When using a ceramic diaphragm as a diaphragm, after heat-treating and fabricating a lower electrode above 1,200 degrees C on a ceramic diaphragm, it heat-treats above 1,000 degrees C in the upper part of a lower electrode, a piezo electric crystal is fabricated, an up electrode is fabricated at about 800 degrees C in the upper part of a piezo electric crystal, and such a process is shown in drawing 2 .

[0023] The typical thing of the ceramic used as a diaphragm is the stable zirconia (ZrO2), and since an autoclasis phenomenon occurs near 1,000 degree C, the zirconia in the pure condition that there is no additive cannot be used as a diaphragm.

[0024] Although a zirconia has the property that even an about 1,200-degree C elevated temperature does not oxidize or deform and a mechanical property is best, there is a trouble that shaping of a zirconia is difficult.

[0025] A zirconia plate is manufactured according to a tape casting (Tape Casting) process. That is, after it moves a film after keeping the gap of only the thickness of a request zirconia and installing a blade on a film, and the zirconia of a slurry regime was applied on the film by fixed thickness, it is made to harden in ordinary temperature and the plate of fixed thickness is manufactured by removing a film after hardening.

[0026] Such an approach has the advantage which can manufacture super-thin ceramic piezo-electricity / electrostriction actuator using hot one shaping like ceramic micro processing.

[0027] However, since structure shaping which took into consideration contraction of a ceramic and a piezo electric crystal since the ceramic diaphragm and the piezo electric crystal were fabricated at the elevated temperature to one is required and especially the thickness of a ceramic diaphragm is very thin at 10 micrometers or less, there is a trouble that not only the quality maintenance at the time of shaping of a green sheet (Green sheet) but the deformation control at the time of elevated-temperature shaping is very difficult.

[0028] Moreover, at the time of several elevated-temperature shaping, it is industrial engineering of high difficulty which should conquer the problem of a chemical reaction occurring and deteriorating, and the fault which is not high is between each matter containing the lower electrode material of a piezo electric crystal.

[0029]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention for solving said trouble by [which overly use detailed ceramic powder] having been manufactured by the new approach Since the diaphragm of quality of the materials possible shaping and various can be used also at low temperature and the piezo-electricity / electrostriction film which is a piezo electric crystal can be fabricated without an adhesion process on a direct diaphragm The extensive improvement of quality and the productivity is carried out compared with the former, and it aims at offering the piezo-electricity / electrostriction actuator with which yield was manufactured by the manufacture approach of of high piezo-electricity / electrostriction actuator, and its manufacture approach.

[0030]

[Means for Solving the Problem] The phase where this invention for attaining said purpose offers a metal diaphragm, it is manufactured by the non-explosivility oxidization-reduction combustion reaction at 100-500-degree C low temperature, and particle size is 1 micrometer or less, and uses lead (Pb) and titanium (Ti) as a basic configuration element -- with detailed ceramic oxide powder [overly] Said phase which manufactured water or an organic solvent as the base and which mixes overly the same as that of detailed ceramic powder, or the ceramic sol solution of a similar component, and manufactures a ceramic paste, By using said ceramic paste and heat-treating at 100-600 degrees C with the phase which fabricates piezo-electricity / electrostriction film to said diaphragm The description is in the manufacture approach of of piezo-electricity / electrostriction actuator including the phase of making the piezo-electricity / electrostriction film fabricated by said diaphragm calcinating, and the phase which fabricates an up electrode on piezo-electricity / electrostriction film.

[0031] moreover, this invention is manufactured by the non-explosivility oxidization-reduction combustion reaction at a metal diaphragm and 100-500-degree C low temperature, and particle size is 1 micrometer or less, and it uses lead (Pb) and titanium (Ti) as a basic configuration element -- with detailed ceramic oxide powder [overly] Said piezo-electricity / electrostriction film which manufactured water or an organic solvent as the base and which was fabricated on said metal diaphragm using overly the same as that of detailed ceramic powder, or the ceramic paste which mixed the ceramic sol solution of a similar component, The description is in the piezo-electricity / electrostriction actuator which consists of up electrodes combined with the upper part of said piezo-electricity / electrostriction film.

[0032] Moreover, the phase where this invention offers a diaphragm and the phase which fabricates a lower electrode on a diaphragm, it is manufactured by the non-explosivility oxidization-reduction combustion reaction at 100-500-degree C low temperature, and particle size is 1 micrometer or less, and uses lead (Pb) and titanium (Ti) as a basic configuration element -- with detailed ceramic oxide powder [overly] Said phase which manufactured water or an organic solvent as the base and which mixes overly the same as that of detailed ceramic powder, or the ceramic sol solution of a similar component, and manufactures a ceramic paste, By using said ceramic paste and heat-treating at 100-600 degrees C with the phase which fabricates piezo-electricity / electrostriction film to said diaphragm The description is in the manufacture approach of of piezo-electricity / electrostriction actuator including the phase of making the piezo-electricity / electrostriction film fabricated by said diaphragm calcinating, and the phase which fabricates an up electrode on said piezo-electricity / electrostriction film.

[0033] Moreover, this invention is manufactured by the non-explosivility oxidation-reduction combustion reaction at a diaphragm, the lower electrode combined on the diaphragm, and 100-500-degree C low temperature. particle size is 1 micrometer or less, and uses lead (Pb) and titanium (Ti) as a basic configuration element -- with detailed ceramic oxide powder [overly] Said piezo-electricity / electrostriction film which manufactured water or an organic solvent as the base and which was fabricated on said metal diaphragm using overly the same as that of detailed ceramic powder, or the ceramic paste which mixed the ceramic sol solution of a similar component, The description is in the piezo-electricity / electrostriction actuator which consists of an up electrode combined with the upper part of said piezo-electricity / electrostriction film.

[0034]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, this invention is explained to a detail.

[0035] it is used for this invention -- detailed ceramic oxide powder [overly] The phase which manufactures the solution or distributed mixture which a ceramic constituent raw material is fully dissolved in a solvent or a dispersion medium, or homogeneity is distributed, and contains a ceramic configuration element, The amount or the citric acid beyond it required of causing the anion of said ceramic configuration element and an oxidation-reduction combustion reaction into the solution or distributed mixture with which said ceramic constituent was dissolved or distributed is added. The phase which carries out additional heat treatment at 700-900 degrees C, and raises crystallinity can also be further included including the phase which manufactures mixed liquor, and the phase which heat-treats said mixed liquor at 100-500 degrees C.

[0036] It is used as a raw material containing a ceramic constituent, choosing from **** of a salt with ceramic configuration elements, such as an oxide of a ceramic configuration element, a carbonation object, or a nitric-acid ghost, the organic substance, or an inorganic substance, or a ceramic configuration element.

[0037] It is desirable to use the piezo-electricity / electrostriction ceramic element which uses lead (Pb) and titanium (Ti) as a basic configuration element as said ceramic configuration element.

[0038] It is desirable to use what consisted of a component containing lead (Pb), a zirconium (Zr), titanium (Ti) or lead (Pb), magnesium (Mg), and niobium (Nb) especially as said ceramic configuration element.

[0039] It is used choosing more than one or it of whether as the solvent or dispersion medium for dissolving or distributing a ceramic constituent raw material, the raw material which contains a ceramic constituent among water or an organic solvent is melted, and the thing which can be distributed. As an organic solvent, dimethylformamide (dimethyl formamide), methoxy ethanol (methoxyethanol), an acetic acid, glycols, alcohols, etc. are mainly used.

[0040] The citric acid which is the organic compound which can cause a combustion reaction as a combustion assistant is used. in the conventional approach, in order that a citric acid may be the kimono formation agent which is not a combustion assistant and may give the homogeneity of a reaction, it is used -- having -- PECHINI -- it is applied to a process like law (Pechini process), and the combustion reaction by which the rate was adjusted may be induced by using the inflammability of a citric acid, and the kimono formation effectiveness.

[0041] A ceramic constituent adds a citric acid to the solution or distributed mixture dissolved or distributed, is mixed, and manufactures mixed liquor. The amount required of causing the anion of said ceramic configuration element and an oxidation-reduction combustion reaction as an amount of the citric acid to add or more than it is added. The speed of advance of a reaction can be adjusted with the amount of the citric acid to add.

[0042] The mixed liquor which added the citric acid and was mixed is heat-treated at 100-500 degrees C. Although a reaction may occur even if the combustion reaction of a citric acid can fully begin even if heat treatment temperature becomes 100 degrees C or more and it heat-treats above 500 degrees C, although the crystallinity of a ceramic phase improves so that the temperature of heat treatment becomes high, heat-treating at the temperature beyond it is meaningless compared with the conventional approach.

[0043] It heat-treats at 150-300 degrees C more preferably, and this temperature requirement can secure the crystallinity of a ceramic phase suitably, though it is quite heat treatment at low temperature.

[0044] A citric acid is removed in said combustion reaction process, and a ceramic oxide is formed without scattering by the heat of reaction of the citric acid generated at this time.

[0045] In such a reaction, since other components of a ceramic configuration element are removed by the combustion reaction of sufficient time amount, the ceramic oxide powder of a pure gestalt with which an impurity does not remain is formed.

[0046] Since especially the ceramic oxide powder manufactured by said approach is 0.01-0.1 micrometers, its particle size is very detailed 1 micrometer or less, particle size distribution is uniform powder and it is the ceramic to which the fundamental particle existed as a gestalt of an independent object or weak floc (soft aggregate), and completely burned, weight does not decrease by additional heat treatment, either.

[0047] Moreover, since surface reactivity is excellent and can fabricate only by heat treatment at low temperature, the degree of freedom of a diaphragm is high, and it prints to a diaphragm, or the coating approach can be applied variously.

[0048] In order [which was manufactured] overly to raise the crystallinity of detailed ceramic oxide powder, the manufactured phase which overly heat-treats detailed ceramic oxide powder further at 700-900 degrees C can also be included.

[0049] Since piezo-electricity / electrostriction film is fabricated on a diaphragm using said ceramic powder and it fabricates at low temperature in the case of this invention, a limit is not received in the quality of the material of the diaphragm to be used. Therefore, if it is the matter which has the flexibility which bends by vibration and deforms, all can be used as a diaphragm and the macromolecule nature organic compound of a metal, a ceramic, and resin will be used typically.

[0050] It investigates about the manufacture approach of of the piezo-electricity / electrostriction actuator in the case of using a metal plate as a diaphragm first. The process which manufactures piezo-electricity / electrostriction actuator as a diaphragm using a metal plate is shown in drawing 3 .

[0051] Since a metal has conductivity and the very thing can make the function of a diaphragm and a lower electrode coincidence when using a metal plate as a diaphragm, another lower electrode is unnecessary.

[0052] although various alloys used for the former can be used as a metal plate -- among those -- being also alike -- it is desirable to use especially stainless steel or nickel, and, as for the thickness of a metal plate, it is desirable to be referred to as 3-200 micrometers.

[0053] Since another lower electrode is unnecessary when using a metal as a diaphragm, direct piezo-electricity / electrostriction film is fabricated on a metal diaphragm.

[0054] Although various approaches can be used as an approach of fabricating piezo-electricity / electrostriction film, as the typical approach, a ceramic paste is manufactured and how to fabricate piezo-electricity / electrostriction film at low temperature with the printing method, the molding method, or a coating method is explained.

[0055] A ceramic paste mixes and uses ceramic oxide powder and ceramic oxide powder, and the ceramic sol solution that has compatibility and that was made to dissolve the same or the ceramic configuration element of a similar component, and was manufactured.

[0056] since it was effective to have used detailed powder in order to secure the possible system of low-temperature shaping in consideration of the reactivity of the very thing as ceramic oxide powder, it was

manufactured by said approach -- detailed ceramic oxide powder is overly used.
[0057] As detailed ceramic oxide, it is desirable to use what uses lead (Pb) and titanium (Ti) as a basic configuration element, and especially the thing for which what became of the component containing lead, a zirconium, and titanium is used is overly desirable.
[0058] At a room temperature, it combines with the water more than a monolayer, and the front face of detailed ceramic oxide powder overly exists, and the water combined with the front face overly affects the acidity and the basicity of a detailed ceramic oxide powder front face, and when a ceramic sol solution is mixed with ceramic oxide powder, it carries out a catalysis here.
[0059] A ceramic sol solution uses water or an organic solvent as the base, dissolves a ceramic configuration element, and is manufactured. Although the organic solvent used as the base can use various things, it is desirable to use it, mainly choosing from an acetic acid, dimethylformamide, methoxy ethanol, glycols, and alcohols.
[0060] The ceramic configuration element used at the time of manufacture of a ceramic sol solution has especially the desirable thing for which the component containing lead (Pb), a zirconium (Zr), and titanium (Ti) is used, and, as for the concentration of the ceramic sol solution to be used, it is desirable to be referred to as 0.1-5M.
[0061] When overly mixing a ceramic sol solution with detailed ceramic oxide powder, as for the content of a ceramic sol solution, it is desirable overly to consider as the 10 - 200 weight section to detailed ceramic oxide powder. When the content of a ceramic sol solution is more than the 200 weight sections, detailed ceramic oxide powder is overly diluted too much, the viscosity of a mixture is low, and when it is under 10 weight sections, it is because there are overly many amounts of detailed ceramic oxide powder and viscosity becomes high too much.
[0062] When both the systems of a ceramic sol solution are overly mixed with detailed ceramic oxide powder, the ceramic sol solution of the liquid phase will coat homogeneity with the front face of the ceramic oxide powder of solid phase, will overly connect a detailed ceramic oxide powder particle, and will fill the opening between powder effectively.
[0063] thus, the formed powder-sol -- or [that the ceramic oxide powder which has the property of a ceramic proper in a mixture is the same as that of this] -- or since it is surrounded with the ceramic sol solution of a similar component, it has a suitable fluidity, a ceramic sol acts on the front face of ceramic oxide powder as a reaction medium, and the reactivity on the front face of powder is raised.
[0064] Moreover, when this mixture contacts another organic substance henceforth, the organic component contained in the sol secures the stability of a contact interface, and gives dispersibility and homogeneity.
[0065] or [that a sol pyrolyzes such a system at low temperature, and it is the same as that of ceramic oxide powder] -- or since it is changed into a similar presentation, the ceramic system whose connectivity between particles improved also at low temperature can be obtained.
[0066] Since the stability of the mixture which overly mixed the ceramic sol solution with detailed ceramic oxide powder, and a fluidity required for shaping are secured, the organic solvent for physical-properties accommodation can also be added. Although things various as an organic solvent for physical-properties accommodation can be used, while having what viscosity, it is desirable to use it on the basis of the glycols or alcohols with low vapor pressure in ordinary temperature.
[0067] When overly adding the organic solvent for physical-properties accommodation to the mixture of detailed ceramic oxide powder and a ceramic sol solution, as for the addition of the organic solvent for physical-properties accommodation, it is desirable overly to consider as the 1 - 100 weight section to detailed ceramic oxide powder. This is because a mixture cannot maintain viscosity, it dilutes not much and a moldability worsens at the time of shaping, when there is no effectiveness which added the organic solvent for physical-properties accommodation as the addition of the organic solvent for physical-properties accommodation is under 1 weight section and an addition exceeds the 100 weight sections.
[0068] The addition of the organic solvent for physical-properties accommodation has especially the desirable thing considered [overly] as 10 - 40 weight section to detailed ceramic oxide powder, and in

the range of this addition, it can do the effectiveness of organic substance addition so while it maintains the viscosity of a mixture suitably.
[0069] Moreover, since ceramic oxide powder, the dispersibility of the mixture which added the solvent for physical-properties accommodation to the mixture of a ceramic sol solution, and homogeneity are improved, a small amount of organic substance can also be added. In this case, as for the organic substance to add, it is desirable to use long-chain alcohols or a polar organic solvent.
[0070] As long-chain alcohols, it is desirable to use a pentanol or a hexanol and it is desirable as a polar organic solvent to use an acetylacetone or methoxy ethanol.
[0071] As for the addition of the organic substance, it is desirable overly to consider as 1 - 50 weight section to detailed ceramic oxide powder. This is because a mixture cannot maintain viscosity, it dilutes not much and a moldability worsens, when there is no effectiveness which added the organic substance as the addition of the organic substance is under 1 weight section and an addition exceeds 50 weight sections.
[0072] The addition of the organic substance has especially the desirable thing considered as 10 - 40 weight section to ceramic oxide powder, and in the range of this addition, it can do the effectiveness of organic substance addition so while it maintains the viscosity of a mixture suitably.
[0073] With the application of the ceramic paste manufactured by said approach, piezo-electricity / electrostriction film is fabricated with the printing method, the molding method, or a coating method to a diaphragm.
[0074] The piezo-electricity / electrostriction film fabricated by the diaphragm are heat-treated at 100-600 degrees C. a solvent removes by such heat treatment -- having -- a ceramic sol -- the front face of an oxide particle -- as a reaction medium -- acting -- said -- association between detailed ceramic oxide particles is overly guided.
[0075] It is because a reaction equal to baking is made by the mutual reaction which the ceramic configuration raw material of the ceramic sol solution which, as for the reason a reaction is enough, the water of a detailed ceramic oxide powder front face overly hydrolyzed the ceramic sol solution, and separated by hydrolysis overly combines with detailed ceramic oxide powder only by heat treatment at 100-600-degree C low temperature. Moreover, the added organic substance is also removed in a heat treatment process.
[0076] It heat-treats at 150-300 degrees C more preferably, and this temperature requirement can secure suitably the crystallinity of piezo-electricity / electrostriction film, and a moldability, though it is quite low-temperature heat treatment.
[0077] Since the thickness of the piezo-electricity / electrostriction film fabricated can be adjusted by adjusting the thickness of a screen or mold when applying a ceramic paste to a diaphragm, and using the printing method or the molding method, the piezo-electricity / electrostriction film from a thin film gestalt to a thick-film gestalt can be fabricated freely.
[0078] Moreover, in using a coating method, after fabricating the film on the whole on a diaphragm, post processing can also be carried out and it is also possible to fabricate the piezo-electricity / electrostriction film of a desired pattern with masking. The thickness of the film fabricated is adjusted by repeating the process which fabricates and heat-treats the film to a diaphragm.
[0079] After applying a ceramic paste to a diaphragm, before heat-treating, the phase dried at 70-150 degrees C can also be included further.
[0080] In spite of having heat-treated the piezo-electricity / electrostriction film manufactured by such approach at low temperature, the property of a ceramic proper is excellent, and since the thickness of the piezo-electricity / electrostriction film fabricated can be adjusted, even the piezo-electricity / electrostriction film of a thick-film gestalt can be fabricated from the piezo-electricity / electrostriction film of a thin film gestalt.
[0081] Thus, since piezo-electricity / electrostriction film can be fabricated without a limit of thickness only by low-temperature heat treatment, applicability is high.
[0082] Moreover, since it is not necessary to add the organic substance, such as a dispersant, it is not necessary to pass through the process which carries out a debinder above 500 degrees C before heat

treatment, and piezo-electricity / electrostriction film can be formed according to 1 time of a heat treatment process at low temperature.

[0083] An up electrode is formed in the upper part of piezo-electricity / electrostriction film after forming piezo-electricity / electrostriction film.

[0084] As an up electrode, silver (Ag), aluminum (aluminum), gold (Au), platinum (Pt), etc. are used. In using the available silver paste for low temperature treatment mainly commercially, fabricating by the printing methods, such as screen printing and stencil printing (Stencil Printing), on a diaphragm, in using silver as an up electrode, and using aluminum, gold, and platinum as an up electrode, it fabricates by sputtering, vacuum deposition, or vacuum evaporationo.

[0085] After forming an up electrode in the upper part of piezo-electricity / electrostriction film, it heat-treats at 150-300 degrees C more preferably, and 100-600 degrees C of piezo-electricity / electrostriction film, and up electrodes are combined. When using aluminum or gold as an up electrode, it can also be immediately used without additional heat treatment.

[0086] Below, the case where piezo-electricity / electrostriction actuator is manufactured as a diaphragm using giant-molecule nature organic compounds, such as a ceramic plate or resin, is explained. The process which manufactures piezo-electricity / electrostriction actuator using giant-molecule nature organic compounds, such as a ceramic diaphragm or resin, is shown in drawing 4 .

[0087] As a ceramic plate, an aluminum oxide (aluminum 2O3), a zirconium dioxide (ZrO2), silicon carbide (SiC), silicon nitride (Si3N4), a silicon dioxide (SiO2), or textile glass yarn is used. After a ceramic plate sinters this after forming in a green sheet gestalt the slurry which oxide powder contained, or it forms a desired diaphragm gestalt by the slurry regime, it is manufactured and used by the conventional approach of sintering.

[0088] Since a ceramic diaphragm is nonconducting and the function as a lower electrode cannot be carried out, another lower electrode should be formed.

[0089] When using a ceramic as a diaphragm, after using conductive pastes, such as an alloy of platinum, silver, silver / palladium (Pd), nickel, and copper (Cu), and carrying out ** arrival of the conductive pastes, such as platinum which is a lower electrode, on a ceramic diaphragm as a lower electrode, it heat-treats at 600-1,200 degrees C more preferably, and 500-1,400 degrees C of ceramic diaphragms and lower electrodes are combined.

[0090] As a macromolecule nature organic compound of resin, the resin diaphragm of a polyester system, a polyimide system, or a Teflon system is mainly used. As for the thickness of a diaphragm, it is desirable to be referred to as 7-50 micrometers, and, generally it manufactures and uses it for the gestalt of a film.

[0091] Since it is nonconducting also in an organic compound and it cannot carry out the function as a lower electrode, another lower electrode should be formed.

[0092] When using an organic compound as a diaphragm, silver, aluminum, gold, platinum, etc. are used as a lower electrode. In using the available silver paste for low temperature treatment mainly commercially, fabricating by the printing methods, such as screen printing and stencil printing, on a diaphragm, in using silver, and using aluminum, gold, and platinum, it fabricates by sputtering, vacuum deposition, or vacuum evaporationo.

[0093] After making the upper part of an organic compound diaphragm carry out ** arrival of the lower electrode, it heat-treats at 100-300 degrees C, and a diaphragm and a lower electrode are combined.

[0094] On the lower electrode combined with the macromolecule nature organic compound diaphragm, piezo-electricity / electrostriction film is fabricated, it heat-treats at 150-200 degrees C more preferably, and 100-300 degrees C of lower electrodes, and piezo-electricity / electrostriction film is combined.

[0095] The approach of fabricating piezo-electricity / electrostriction film and the approach of heat-treating and combining are the same as that of the case where the metal mentioned above is used as a diaphragm.

[0096] An up electrode is formed in the upper part of piezo-electricity / electrostriction film, and silver, aluminum, gold, and platinum are used as an up electrode.

[0097] The approach of forming an up electrode is the same as that of the case where a metal is used as a diaphragm, the upper part of piezo-electricity / electrostriction film is made to carry out ** arrival of the silver which is an up electrode, aluminum, gold, and the platinum, and it uses them for it directly without additional heat treatment, or it uses them, making it heat-treat and join together at 100-300 degrees C.

[0098] Since an oxide film is formed in the front face of the metal used as a diaphragm by passing through the heat treatment process in the production process of such a piezo-electricity / an electrostriction actuator or the residue of mold remains, this carries out the function to act as electric insulation film and to prevent inter-electrode energization.

[0099]

[Example] Hereafter, an example explains this invention to a detail. However, the following example does not illustrate this invention and does not limit the range of this invention.

[0100] (Example 1) The ceramic paste manufactured using PZT (52/48) detailed powder with a mean particle diameter of 50nm was printed on the SUS 316L diaphragm with a thickness of 10 micrometers through the screen which has a detailed pattern.

[0101] This piece of a trial was heat-treated in the air ambient atmosphere for 2 hours by 130 degrees C, 300 degrees C, or 600 degrees C. When it heat-treated at 600 degrees C, the part in which the ceramic paste is not printed by the SUS plate oxidized, and acted as an insulator layer.

[0102] The conductive paste was printed as an up electrode, it dried at 100 degrees C, and piezo-electricity / electrostriction actuator was manufactured.

[0103] (Example 2) It printed through the screen which has a detailed pattern on aluminum-oxide vibration with a thickness of 8 micrometers by which silver was fabricated considering the ceramic paste manufactured using PZT (52/48) detailed powder with a mean particle diameter of 50nm as a lower electrode.

[0104] This piece of a trial was heat-treated in 300 degrees C and air for 2 hours, and the silver paste was printed as an up electrode, it heat-treated at 300 degrees C, and piezo-electricity / electrostriction actuator was manufactured.

[0105] (Example 3) The ceramic paste manufactured using PZT/PMN (60/40) detailed powder was printed on the nickel diaphragm with a thickness of 10 micrometers through the screen which has a detailed pattern.

[0106] This piece of a trial was heat-treated in 300 degrees C and air for 2 hours, vacuum deposition of the aluminum was carried out as an up electrode, and piezo-electricity / electrostriction actuator was manufactured.

(Example 4) On the nickel diaphragm with a thickness of 10 micrometers, mold was formed, and it adhered with the photographic sensitive film, and was filled up with the ceramic paste manufactured using PZT/PMN (60/40) detailed powder.

[0107] This piece of a trial was heat-treated in 300 degrees C and air for 2 hours. In this case, the photographic sensitive film used as mold remained also after heat treatment, and acted as an insulator layer.

[0108] After heat treatment, vacuum deposition of the aluminum was carried out as an up electrode, and piezo-electricity / electrostriction actuator was manufactured.

[0109] (Example 5) The dry film for adhesion was adhered on polyester film with a thickness of 12 micrometers. The chamber structure which etched the SUS plate and formed the fine structure on the polyester film which adhered to the glue line is placed, and it heat-treated for 30 minutes and was made to join at 180 degrees C. In this case, in order to make junction into homogeneity, the fixed mass (mass) was added during heat treatment.

[0110] In the completed structure, distilled water washed, after immersing said structure in the mixed liquor of a sulfuric acid / nitric acid / hydrogen peroxide solution and etching a film, in order to remove a diaphragm and the dry film for adhesion of the remaining part except the adhesion side of a chamber.

[0111] On polyester film, aluminum was vapor-deposited and the lower electrode layer was formed.

[0112] The ceramic paste which used and manufactured PZT (52/48) detailed powder on the lower electrode was printed by screen printing, piezo-electricity / electrostriction film was fabricated, and it heat-treated at 150 degrees C for 2 hours.

[0113] On the completed piezo-electricity / electrostriction film, sputtering of the gold was carried out, the up electrode was formed, and piezo-electricity / electrostriction actuator was manufactured.

[0114] (Example 6) The dry film for adhesion was adhered on the polyimide film with a thickness of 10 micrometers. The chamber structure which etched the SUS plate and formed the fine structure on the polyimide film which adhered to the dry film for adhesion was placed, and it heat-treated at 200 degrees C for 2 hours. In this case, in order to make junction into homogeneity, the fixed mass was added during heat treatment.

[0115] It washed, after immersing the completed structure in the mixed liquor of a sulfuric acid / nitric acid / hydrogen peroxide solution and etching the exposed film for adhesion.

[0116] On the polyimide film, sputtering of the gold was carried out and the lower electrode layer was formed. Perforated plate printing of the ceramic paste which used PZT/PMN (60/40) detailed powder on the formed lower electrode was carried out, piezo-electricity / electrostriction film was fabricated, and it heat-treated at 200 degrees C for 2 hours.

[0117] On the completed piezo-electricity / electrostriction film, aluminum was vapor-deposited, the up electrode was formed, and the actuator was manufactured.

[0118] (Example 7) The dry film for adhesion was adhered on SUS sheet metal with a thickness of 15 micrometers. The chamber structure which etched the SUS plate and formed the fine structure on the SUS sheet metal which adhered to the dry film for adhesion was placed, and it heat-treated at 200 degrees C for 2 hours. In this case, in order to make junction into homogeneity, the fixed mass was added during heat treatment.

[0119] Distilled water washed, after immersing the completed structure in the mixed liquor of a sulfuric acid / nitric acid / hydrogen peroxide solution and etching the exposed film for adhesion.

[0120] After being filled up with the ceramic paste which fabricated the detailed pattern as mold and manufactured the photographic sensitive film using PZT (52/48) on SUS sheet metal and fabricating piezo-electricity / electrostriction film, it heat-treated at 300 degrees C for 2 hours.

[0121] On the completed piezo-electricity / electrostriction film, it was filled up with the silver paste, the up electrode was formed, and the actuator was manufactured.

[0122]

[Effect of the Invention] This invention explained above does not have an adhesion process and a slicing process, by fabricating a direct piezo electric crystal thin film or a thick film, and constituting piezo-electricity / electrostriction actuator on the diaphragm formed with the metal or the organic compound, simplifies a manufacture process and is effective in the extensive improvement of quality and the productivity being carried out compared with the method which has an adhesion process.

[0123] Moreover, since a piezo electric crystal is fabricated at much low temperature compared with the method which carries out elevated-temperature sintering, using a ceramic as a diaphragm, there is effectiveness which can constitute the piezo-electricity / electrostriction actuator of only required quantity in coincidence by the width of face which can select the diaphragm quality of the material not only becoming large, but deformation or deterioration of a diaphragm being able to minimize, being able to raise production yield, and giving patterning at the time of shaping of a piezo electric crystal.

[0124] When forming the oxide film or ceramic pattern generated after being able to skip the process which fabricates a lower electrode by using a metal as a diaphragm and heat-treating a metal and using a photographic sensitive film as mold, it acts considering the photographic sensitive film which remains after heat treatment as electric insulation film, and is effective in the ability to prevent inter-electrode energization at the time of the drawer of the upper part and a lower electrode.

[Translation done.]

* NOTICES *

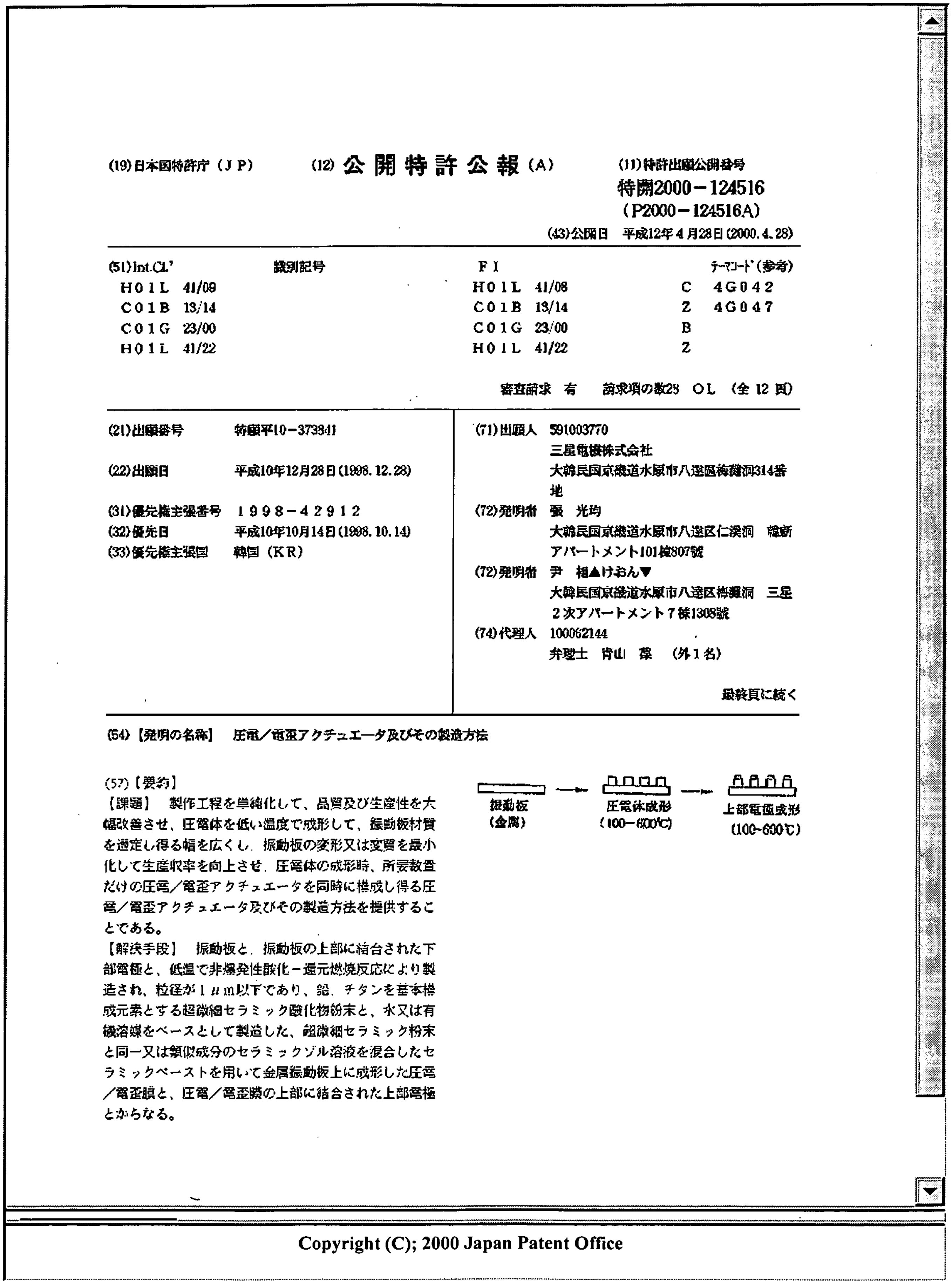
JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]
[Drawing 1] It is process drawing showing the production process of the conventional piezo-electricity / electrostriction actuator which uses a metal or the giant-molecule nature organic compound of resin as a diaphragm.
[Drawing 2] It is process drawing showing the production process of the conventional piezo-electricity / electrostriction actuator which uses a ceramic as a diaphragm.
[Drawing 3] It is process drawing showing the production process of the piezo-electricity / electrostriction actuator of this invention which uses a metal as a diaphragm.
[Drawing 4] It is process drawing showing the production process of the piezo-electricity / electrostriction actuator of this invention which uses a ceramic as a diaphragm.
[Drawing 5] It is process drawing showing the production process of the piezo-electricity / electrostriction actuator of this invention which uses the giant-molecule nature organic compound of resin as a diaphragm.

[Translation done.]



(19)日本国特許庁（ＪＰ）

(12) **公開特許公報**（Ａ）

(11)特許出願公開番号
特開2000－124516
（P2000－124516A）

(43)公開日 平成12年4月28日(2000.4.28)

(51)Int.Cl.7	識別記号	ＦＩ		テーマコード(参考)
Ｈ０１Ｌ 41/09		Ｈ０１Ｌ 41/08	Ｃ	４Ｇ０４２
Ｃ０１Ｂ 13/14		Ｃ０１Ｂ 13/14	Ｚ	４Ｇ０４７
Ｃ０１Ｇ 23/00		Ｃ０１Ｇ 23/00	Ｂ	
Ｈ０１Ｌ 41/22		Ｈ０１Ｌ 41/22	Ｚ	

審査請求 有 請求項の数28 ＯＬ （全 12 頁）

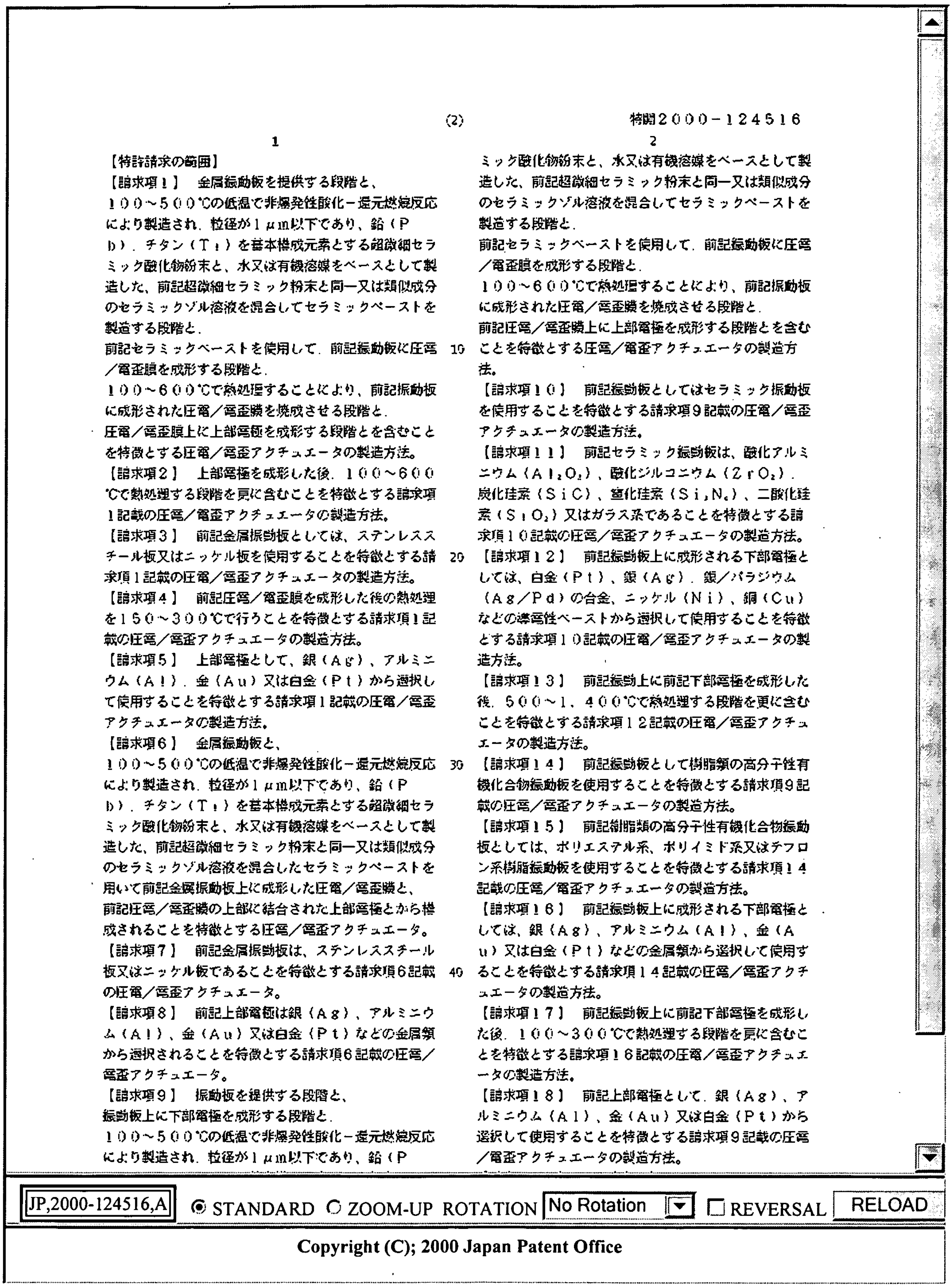
(21)出願番号 特願平10－373341
(22)出願日 平成10年12月28日(1998.12.28)
(31)優先権主張番号 １９９８－４２９１２
(32)優先日 平成10年10月14日(1998.10.14)
(33)優先権主張国 韓国（ＫＲ）

(71)出願人 591003770
三星電機株式会社
大韓民国京畿道水原市八達区梅灘洞314番地
(72)発明者 張 光均
大韓民国京畿道水原市八達区仁渓洞 韓新アパートメント101棟807號
(72)発明者 尹 相▲けおん▼
大韓民国京畿道水原市八達区梅灘洞 三星2次アパートメント7棟1308號
(74)代理人 100062144
弁理士 青山 葆 （外1名）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 圧電／電歪アクチュエータ及びその製造方法

(57)【要約】
【課題】 製作工程を単純化して、品質及び生産性を大幅改善させ、圧電体を低い温度で成形して、振動板材質を選定し得る幅を広くし．振動板の変形又は変質を最小化して生産収率を向上させ．圧電体の成形時、所要数量だけの圧電／電歪アクチュエータを同時に構成し得る圧電／電歪アクチュエータ及びその製造方法を提供することである。
【解決手段】 振動板と．振動板の上部に結合された下部電極と、低温で非爆発性酸化－還元燃焼反応により製造され、粒径が１μｍ以下であり、鉛．チタンを基本構成元素とする超微細セラミック酸化物粉末と、水又は有機溶媒をベースとして製造した、超微細セラミック粉末と同一又は類似成分のセラミックゾル溶液を混合したセラミックペーストを用いて金属振動板上に成形した圧電／電歪膜と、圧電／電歪膜の上部に結合された上部電極とからなる。



【特許請求の範囲】

【請求項１】　金属振動板を提供する段階と、

１００～５００℃の低温で非爆発性酸化－還元燃焼反応により製造され、粒径が１μm以下であり、鉛（Ｐｂ）、チタン（Ｔｉ）を基本構成元素とする超微細セラミック酸化物粉末と、水又は有機溶媒をベースとして製造した、前記超微細セラミック粉末と同一又は類似成分のセラミックゾル溶液を混合してセラミックペーストを製造する段階と、

前記セラミックペーストを使用して、前記振動板に圧電／電歪膜を成形する段階と、

１００～６００℃で熱処理することにより、前記振動板に成形された圧電／電歪膜を焼成させる段階と、

圧電／電歪膜上に上部電極を成形する段階とを含むことを特徴とする圧電／電歪アクチュエータの製造方法。

【請求項２】　上部電極を成形した後、１００～６００℃で熱処理する段階を更に含むことを特徴とする請求項１記載の圧電／電歪アクチュエータの製造方法。

【請求項３】　前記金属振動板としては、ステンレススチール板又はニッケル板を使用することを特徴とする請求項１記載の圧電／電歪アクチュエータの製造方法。

【請求項４】　前記圧電／電歪膜を成形した後の熱処理を１５０～３００℃で行うことを特徴とする請求項１記載の圧電／電歪アクチュエータの製造方法。

【請求項５】　上部電極として、銀（Ａｇ）、アルミニウム（Ａｌ）、金（Ａｕ）又は白金（Ｐｔ）から選択して使用することを特徴とする請求項１記載の圧電／電歪アクチュエータの製造方法。

【請求項６】　金属振動板と、

１００～５００℃の低温で非爆発性酸化－還元燃焼反応により製造され、粒径が１μm以下であり、鉛（Ｐｂ）、チタン（Ｔｉ）を基本構成元素とする超微細セラミック酸化物粉末と、水又は有機溶媒をベースとして製造した、前記超微細セラミック粉末と同一又は類似成分のセラミックゾル溶液を混合したセラミックペーストを用いて前記金属振動板上に成形した圧電／電歪膜と、

前記圧電／電歪膜の上部に結合された上部電極とから構成されることを特徴とする圧電／電歪アクチュエータ。

【請求項７】　前記金属振動板は、ステンレススチール板又はニッケル板であることを特徴とする請求項６記載の圧電／電歪アクチュエータ。

【請求項８】　前記上部電極は銀（Ａｇ）、アルミニウム（Ａｌ）、金（Ａｕ）又は白金（Ｐｔ）などの金属類から選択されることを特徴とする請求項６記載の圧電／電歪アクチュエータ。

【請求項９】　振動板を提供する段階と、

振動板上に下部電極を成形する段階と、

１００～５００℃の低温で非爆発性酸化－還元燃焼反応により製造され、粒径が１μm以下であり、鉛（Ｐｂ）、チタン（Ｔｉ）を基本構成元素とする超微細セラミック酸化物粉末と、水又は有機溶媒をベースとして製造した、前記超微細セラミック粉末と同一又は類似成分のセラミックゾル溶液を混合してセラミックペーストを製造する段階と、

前記セラミックペーストを使用して、前記振動板に圧電／電歪膜を成形する段階と、

１００～６００℃で熱処理することにより、前記振動板に成形された圧電／電歪膜を焼成させる段階と、

前記圧電／電歪膜上に上部電極を成形する段階とを含むことを特徴とする圧電／電歪アクチュエータの製造方法。

【請求項１０】　前記振動板としてはセラミック振動板を使用することを特徴とする請求項９記載の圧電／電歪アクチュエータの製造方法。

【請求項１１】　前記セラミック振動板は、酸化アルミニウム（Al_2O_3）、酸化ジルコニウム（ZrO_2）、炭化珪素（ＳｉＣ）、窒化珪素（Si_3N_4）、二酸化珪素（SiO_2）又はガラス系であることを特徴とする請求項１０記載の圧電／電歪アクチュエータの製造方法。

【請求項１２】　前記振動板上に成形される下部電極としては、白金（Ｐｔ）、銀（Ａｇ）、銀／パラジウム（Ａｇ／Ｐｄ）の合金、ニッケル（Ｎｉ）、銅（Ｃｕ）などの導電性ペーストから選択して使用することを特徴とする請求項１０記載の圧電／電歪アクチュエータの製造方法。

【請求項１３】　前記振動上に前記下部電極を成形した後、５００～１，４００℃で熱処理する段階を更に含むことを特徴とする請求項１２記載の圧電／電歪アクチュエータの製造方法。

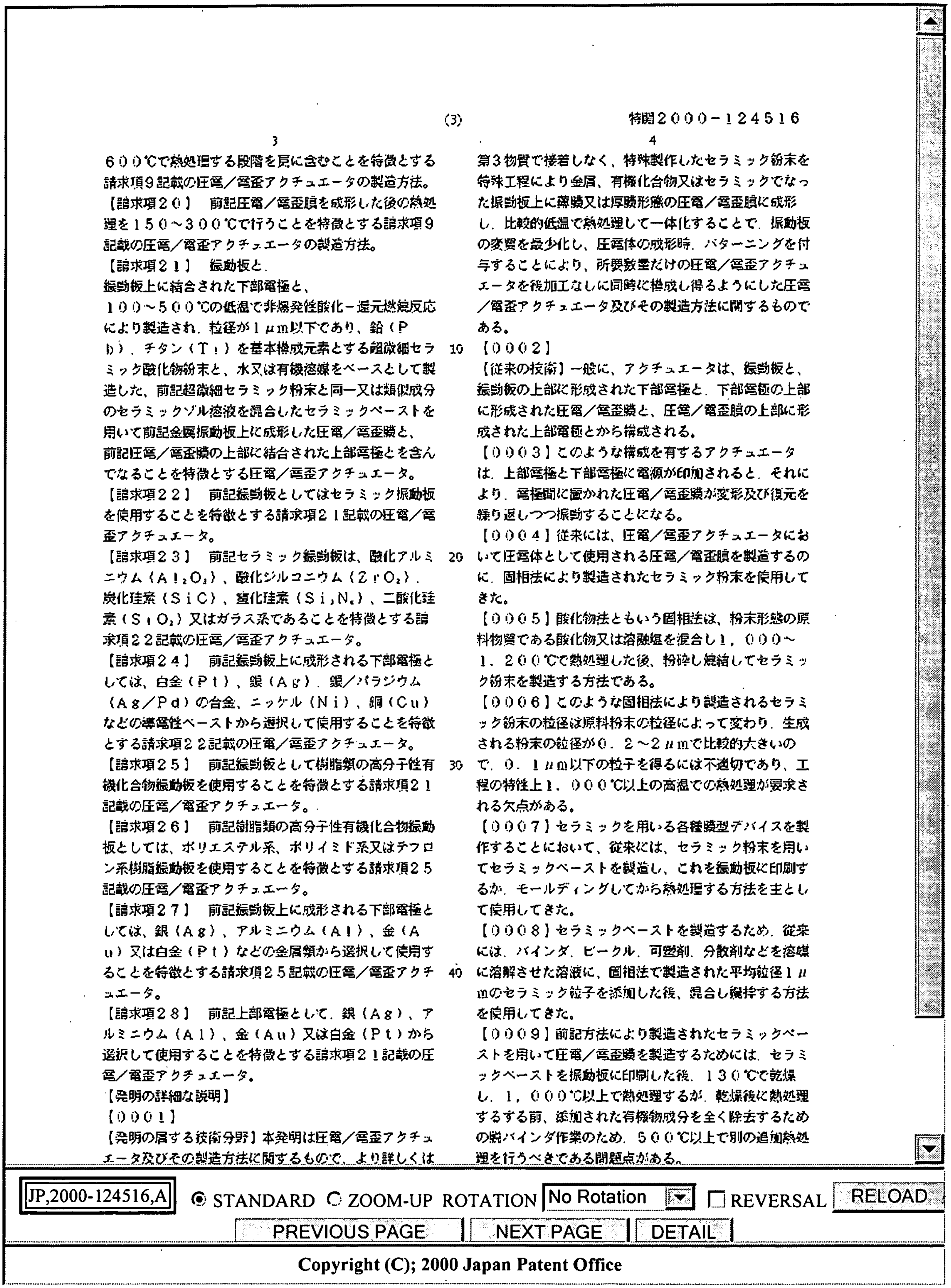
【請求項１４】　前記振動板として樹脂類の高分子性有機化合物振動板を使用することを特徴とする請求項９記載の圧電／電歪アクチュエータの製造方法。

【請求項１５】　前記樹脂類の高分子性有機化合物振動板としては、ポリエステル系、ポリイミド系又はテフロン系樹脂振動板を使用することを特徴とする請求項１４記載の圧電／電歪アクチュエータの製造方法。

【請求項１６】　前記振動板上に成形される下部電極としては、銀（Ａｇ）、アルミニウム（Ａｌ）、金（Ａｕ）又は白金（Ｐｔ）などの金属類から選択して使用することを特徴とする請求項１４記載の圧電／電歪アクチュエータの製造方法。

【請求項１７】　前記振動板上に前記下部電極を成形した後、１００～３００℃で熱処理する段階を更に含むことを特徴とする請求項１６記載の圧電／電歪アクチュエータの製造方法。

【請求項１８】　前記上部電極として、銀（Ａｇ）、アルミニウム（Ａｌ）、金（Ａｕ）又は白金（Ｐｔ）から選択して使用することを特徴とする請求項９記載の圧電／電歪アクチュエータの製造方法。



６００℃で熱処理する段階を更に含むことを特徴とする請求項９記載の圧電／電歪アクチュエータの製造方法。

【請求項２０】　前記圧電／電歪膜を成形した後の熱処理を１５０～３００℃で行うことを特徴とする請求項９記載の圧電／電歪アクチュエータの製造方法。

【請求項２１】　振動板と、
振動板上に結合された下部電極と、
１００～５００℃の低温で非爆発性酸化－還元燃焼反応により製造され、粒径が１μm以下であり、鉛（Ｐｂ）、チタン（Ｔｉ）を基本構成元素とする超微細セラミック酸化物粉末と、水又は有機溶媒をベースとして製造した、前記超微細セラミック粉末と同一又は類似成分のセラミックゾル溶液を混合したセラミックペーストを用いて前記金属振動板上に成形した圧電／電歪膜と、
前記圧電／電歪膜の上部に結合された上部電極とを含んでなることを特徴とする圧電／電歪アクチュエータ。

【請求項２２】　前記振動板としてはセラミック振動板を使用することを特徴とする請求項２１記載の圧電／電歪アクチュエータ。

【請求項２３】　前記セラミック振動板は、酸化アルミニウム（Al_2O_3）、酸化ジルコニウム（ZrO_2）、炭化珪素（ＳｉＣ）、窒化珪素（Si_3N_4）、二酸化珪素（SiO_2）又はガラス系であることを特徴とする請求項２２記載の圧電／電歪アクチュエータ。

【請求項２４】　前記振動板上に成形される下部電極としては、白金（Ｐｔ）、銀（Ａｇ）、銀／パラジウム（Ａｇ／Ｐｄ）の合金、ニッケル（Ｎｉ）、銅（Ｃｕ）などの導電性ペーストから選択して使用することを特徴とする請求項２２記載の圧電／電歪アクチュエータ。

【請求項２５】　前記振動板として樹脂類の高分子性有機化合物振動板を使用することを特徴とする請求項２１記載の圧電／電歪アクチュエータ。

【請求項２６】　前記樹脂類の高分子性有機化合物振動板としては、ポリエステル系、ポリイミド系又はテフロン系樹脂振動板を使用することを特徴とする請求項２５記載の圧電／電歪アクチュエータ。

【請求項２７】　前記振動板上に成形される下部電極としては、銀（Ａｇ）、アルミニウム（Ａｌ）、金（Ａｕ）又は白金（Ｐｔ）などの金属類から選択して使用することを特徴とする請求項２５記載の圧電／電歪アクチュエータ。

【請求項２８】　前記上部電極として、銀（Ａｇ）、アルミニウム（Ａｌ）、金（Ａｕ）又は白金（Ｐｔ）から選択して使用することを特徴とする請求項２１記載の圧電／電歪アクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は圧電／電歪アクチュエータ及びその製造方法に関するもので、より詳しくは第３物質で接着しなく、特殊製作したセラミック粉末を特殊工程により金属、有機化合物又はセラミックでなった振動板上に薄膜又は厚膜形態の圧電／電歪膜に成形し、比較的低温で熱処理して一体化することで、振動板の変質を最少化し、圧電体の成形時、パターニングを付与することにより、所要数量だけの圧電／電歪アクチュエータを後加工なしに同時に構成し得るようにした圧電／電歪アクチュエータ及びその製造方法に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】一般に、アクチュエータは、振動板と、振動板の上部に形成された下部電極と、下部電極の上部に形成された圧電／電歪膜と、圧電／電歪膜の上部に形成された上部電極とから構成される。

【０００３】このような構成を有するアクチュエータは、上部電極と下部電極に電源が印加されると、それにより、電極間に置かれた圧電／電歪膜が変形及び復元を繰り返しつつ振動することになる。

【０００４】従来には、圧電／電歪アクチュエータにおいて圧電体として使用される圧電／電歪膜を製造するのに、固相法により製造されたセラミック粉末を使用してきた。

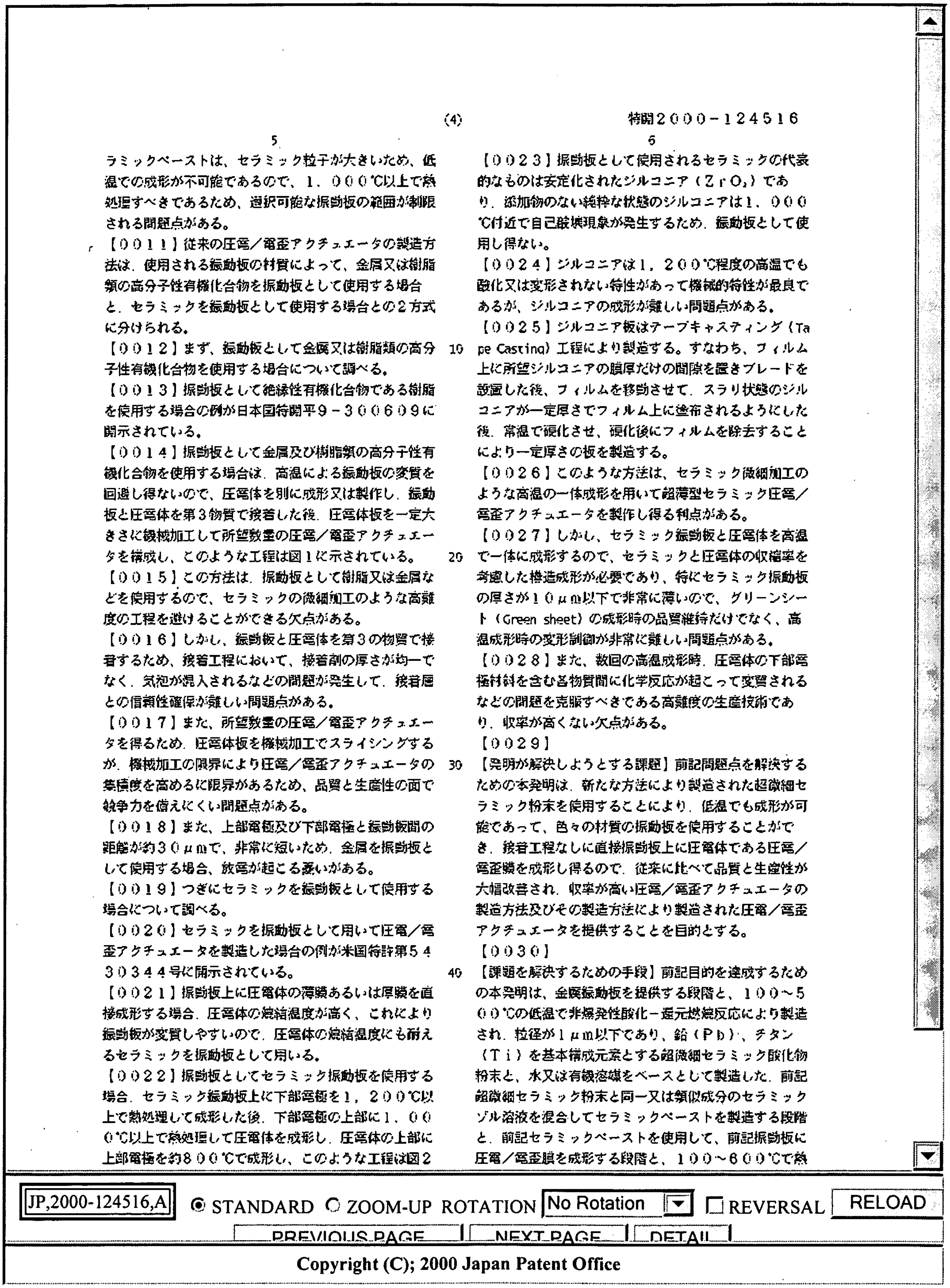
【０００５】酸化物法ともいう固相法は、粉末形態の原料物質である酸化物又は溶融塩を混合し１，０００～１，２００℃で熱処理した後、粉砕し焼結してセラミック粉末を製造する方法である。

【０００６】このような固相法により製造されるセラミック粉末の粒径は原料粉末の粒径によって変わり、生成される粉末の粒径が０．２～２μmで比較的大きいので、０．１μm以下の粒子を得るには不適切であり、工程の特性上１，０００℃以上の高温での熱処理が要求される欠点がある。

【０００７】セラミックを用いる各種膜型デバイスを製作することにおいて、従来には、セラミック粉末を用いてセラミックペーストを製造し、これを振動板に印刷するか、モールディングしてから熱処理する方法を主として使用してきた。

【０００８】セラミックペーストを製造するため、従来には、バインダ、ビークル、可塑剤、分散剤などを溶媒に溶解させた溶液に、固相法で製造された平均粒径１μmのセラミック粒子を添加した後、混合し攪拌する方法を使用してきた。

【０００９】前記方法により製造されたセラミックペーストを用いて圧電／電歪膜を製造するためには、セラミックペーストを振動板に印刷した後、１３０℃で乾燥し、１，０００℃以上で熱処理するが、乾燥後に熱処理するする前、添加された有機物成分を全く除去するための脱バインダ作業のため、５００℃以上で別の追加熱処理を行うべきである問題点がある。



ラミックペーストは、セラミック粒子が大きいため、低温での成形が不可能であるので、１，０００℃以上で熱処理すべきであるため、選択可能な振動板の範囲が制限される問題点がある。

【００１１】従来の圧電／電歪アクチュエータの製造方法は、使用される振動板の材質によって、金属又は樹脂類の高分子性有機化合物を振動板として使用する場合と、セラミックを振動板として使用する場合との２方式に分けられる。

【００１２】まず、振動板として金属又は樹脂類の高分子性有機化合物を使用する場合について調べる。

【００１３】振動板として絶縁性有機化合物である樹脂を使用する場合の例が日本国特開平９－３００６０９に開示されている。

【００１４】振動板として金属及び樹脂類の高分子性有機化合物を使用する場合は、高温による振動板の変質を回避し得ないので、圧電体を別に成形又は製作し、振動板と圧電体を第３物質で接着した後、圧電体板を一定大きさに機械加工して所望数量の圧電／電歪アクチュエータを構成し、このような工程は図１に示されている。

【００１５】この方法は、振動板として樹脂又は金属などを使用するので、セラミックの微細加工のような高難度の工程を避けることができる欠点がある。

【００１６】しかし、振動板と圧電体を第３の物質で接着するため、接着工程において、接着剤の厚さが均一でなく、気泡が混入されるなどの問題が発生して、接着層との信頼性確保が難しい問題点がある。

【００１７】また、所望数量の圧電／電歪アクチュエータを得るため、圧電体板を機械加工でスライシングするが、機械加工の限界により圧電／電歪アクチュエータの集積度を高めるに限界があるため、品質と生産性の面で競争力を備えにくい問題点がある。

【００１８】また、上部電極及び下部電極と振動板間の距離が約３０μｍで、非常に短いため、金属を振動板として使用する場合、放電が起こる恐いがある。

【００１９】つぎにセラミックを振動板として使用する場合について調べる。

【００２０】セラミックを振動板として用いて圧電／電歪アクチュエータを製造した場合の例が米国特許第５４３０３４４号に開示されている。

【００２１】振動板上に圧電体の薄膜あるいは厚膜を直接成形する場合、圧電体の焼結温度が高く、これにより振動板が変質しやすいので、圧電体の焼結温度にも耐えるセラミックを振動板として用いる。

【００２２】振動板としてセラミック振動板を使用する場合、セラミック振動板上に下部電極を１，２００℃以上で熱処理して成形した後、下部電極の上部に１，０００℃以上で熱処理して圧電体を成形し、圧電体の上部に上部電極を約８００℃で成形し、このような工程は図２

【００２３】振動板として使用されるセラミックの代表的なものは安定化されたジルコニア（ＺｒＯ$_2$）であり、添加物のない純粋な状態のジルコニアは１，０００℃付近で自己破壊現象が発生するため、振動板として使用し得ない。

【００２４】ジルコニアは１，２００℃程度の高温でも酸化又は変形されない特性があって機械的特性が最良であるが、ジルコニアの成形が難しい問題点がある。

【００２５】ジルコニア板はテープキャスティング（Tape Casting）工程により製造する。すなわち、フィルム上に所望ジルコニアの膜厚だけの間隙を置きブレードを設置した後、フィルムを移動させて、スラリ状態のジルコニアが一定厚さでフィルム上に塗布されるようにした後、常温で硬化させ、硬化後にフィルムを除去することにより一定厚さの板を製造する。

【００２６】このような方法は、セラミック微細加工のような高温の一体成形を用いて超薄型セラミック圧電／電歪アクチュエータを製作し得る利点がある。

【００２７】しかし、セラミック振動板と圧電体を高温で一体に成形するので、セラミックと圧電体の収縮率を考慮した構造成形が必要であり、特にセラミック振動板の厚さが１０μｍ以下で非常に薄いので、グリーンシート（Green sheet）の成形時の品質維持だけでなく、高温成形時の変形制御が非常に難しい問題点がある。

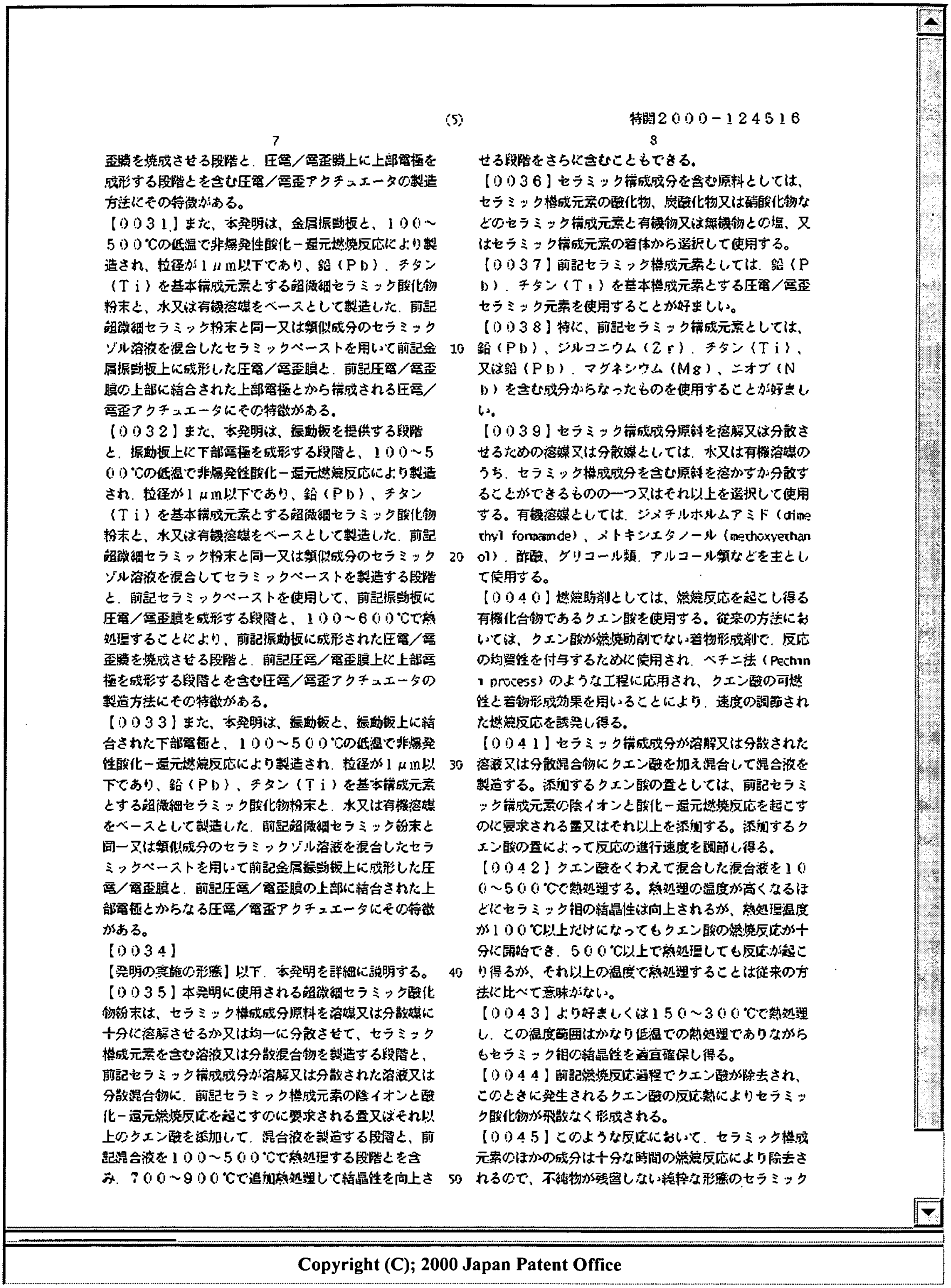
【００２８】また、数回の高温成形時、圧電体の下部電極材料を含む各物質間に化学反応が起こって変質されるなどの問題を克服すべきである高難度の生産技術であり、収率が高くない欠点がある。

【００２９】

【発明が解決しようとする課題】前記問題点を解決するための本発明は、新たな方法により製造された超微細セラミック粉末を使用することにより、低温でも成形が可能であって、色々の材質の振動板を使用することができ、接着工程なしに直接振動板上に圧電体である圧電／電歪膜を成形し得るので、従来に比べて品質と生産性が大幅改善され、収率が高い圧電／電歪アクチュエータの製造方法及びその製造方法により製造された圧電／電歪アクチュエータを提供することを目的とする。

【００３０】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するための本発明は、金属振動板を提供する段階と、１００～５００℃の低温で非爆発性酸化－還元燃焼反応により製造され、粒径が１μｍ以下であり、鉛（Ｐｂ）、チタン（Ｔｉ）を基本構成元素とする超微細セラミック酸化物粉末と、水又は有機溶媒をベースとして製造した、前記超微細セラミック粉末と同一又は類似成分のセラミックゾル溶液を混合してセラミックペーストを製造する段階と、前記セラミックペーストを使用して、前記振動板に圧電／電歪膜を成形する段階と、１００～６００℃で熱



歪膜を焼成させる段階と．圧電／電歪膜上に上部電極を成形する段階とを含む圧電／電歪アクチュエータの製造方法にその特徴がある。

【００３１】また、本発明は、金属振動板と、１００～５００℃の低温で非爆発性酸化－還元燃焼反応により製造され、粒径が１μｍ以下であり、鉛（Ｐｂ），チタン（Ｔｉ）を基本構成元素とする超微細セラミック酸化物粉末と、水又は有機溶媒をベースとして製造した．前記超微細セラミック粉末と同一又は類似成分のセラミックゾル溶液を混合したセラミックペーストを用いて前記金属振動板上に成形した圧電／電歪膜と．前記圧電／電歪膜の上部に結合された上部電極とから構成される圧電／電歪アクチュエータにその特徴がある。

【００３２】また、本発明は、振動板を提供する段階と．振動板上に下部電極を成形する段階と、１００～５００℃の低温で非爆発性酸化－還元燃焼反応により製造され．粒径が１μｍ以下であり、鉛（Ｐｂ）、チタン（Ｔｉ）を基本構成元素とする超微細セラミック酸化物粉末と、水又は有機溶媒をベースとして製造した．前記超微細セラミック粉末と同一又は類似成分のセラミックゾル溶液を混合してセラミックペーストを製造する段階と．前記セラミックペーストを使用して、前記振動板に圧電／電歪膜を成形する段階と、１００～６００℃で熱処理することにより、前記振動板に成形された圧電／電歪膜を焼成させる段階と．前記圧電／電歪膜上に上部電極を成形する段階とを含む圧電／電歪アクチュエータの製造方法にその特徴がある。

【００３３】また、本発明は、振動板と、振動板上に結合された下部電極と、１００～５００℃の低温で非爆発性酸化－還元燃焼反応により製造され．粒径が１μｍ以下であり、鉛（Ｐｂ）、チタン（Ｔｉ）を基本構成元素とする超微細セラミック酸化物粉末と．水又は有機溶媒をベースとして製造した．前記超微細セラミック粉末と同一又は類似成分のセラミックゾル溶液を混合したセラミックペーストを用いて前記金属振動板上に成形した圧電／電歪膜と．前記圧電／電歪膜の上部に結合された上部電極とからなる圧電／電歪アクチュエータにその特徴がある。

【００３４】

【発明の実施の形態】以下．本発明を詳細に説明する。

【００３５】本発明に使用される超微細セラミック酸化物粉末は、セラミック構成成分原料を溶媒又は分散媒に十分に溶解させるか又は均一に分散させて、セラミック構成元素を含む溶液又は分散混合物を製造する段階と、前記セラミック構成成分が溶解又は分散された溶液又は分散混合物に．前記セラミック構成元素の陰イオンと酸化－還元燃焼反応を起こすのに要求される量又はそれ以上のクエン酸を添加して．混合液を製造する段階と、前記混合液を１００～５００℃で熱処理する段階とを含み．７００～９００℃で追加熱処理して結晶性を向上させる段階をさらに含むこともできる。

【００３６】セラミック構成成分を含む原料としては、セラミック構成元素の酸化物、炭酸化物又は硝酸化物などのセラミック構成元素と有機物又は無機物との塩、又はセラミック構成元素の錯体から選択して使用する。

【００３７】前記セラミック構成元素としては．鉛（Ｐｂ），チタン（Ｔｉ）を基本構成元素とする圧電／電歪セラミック元素を使用することが好ましい。

【００３８】特に、前記セラミック構成元素としては、鉛（Ｐｂ）、ジルコニウム（Ｚｒ），チタン（Ｔｉ）、又は鉛（Ｐｂ），マグネシウム（Ｍｇ）、ニオブ（Ｎｂ）を含む成分からなったものを使用することが好ましい。

【００３９】セラミック構成成分原料を溶解又は分散させるための溶媒又は分散媒としては．水又は有機溶媒のうち．セラミック構成成分を含む原料を溶かすか分散することができるものの一つ又はそれ以上を選択して使用する。有機溶媒としては．ジメチルホルムアミド（dimethyl formamde）、メトキシエタノール（methoxyethanol），酢酸、グリコール類．アルコール類などを主として使用する。

【００４０】燃焼助剤としては、燃焼反応を起こし得る有機化合物であるクエン酸を使用する。従来の方法においては、クエン酸が燃焼助剤でない錯物形成剤で．反応の均質性を付与するために使用され．ペチニ法（Pechin process）のような工程に応用され、クエン酸の可燃性と錯物形成効果を用いることにより．速度の調節された燃焼反応を誘発し得る。

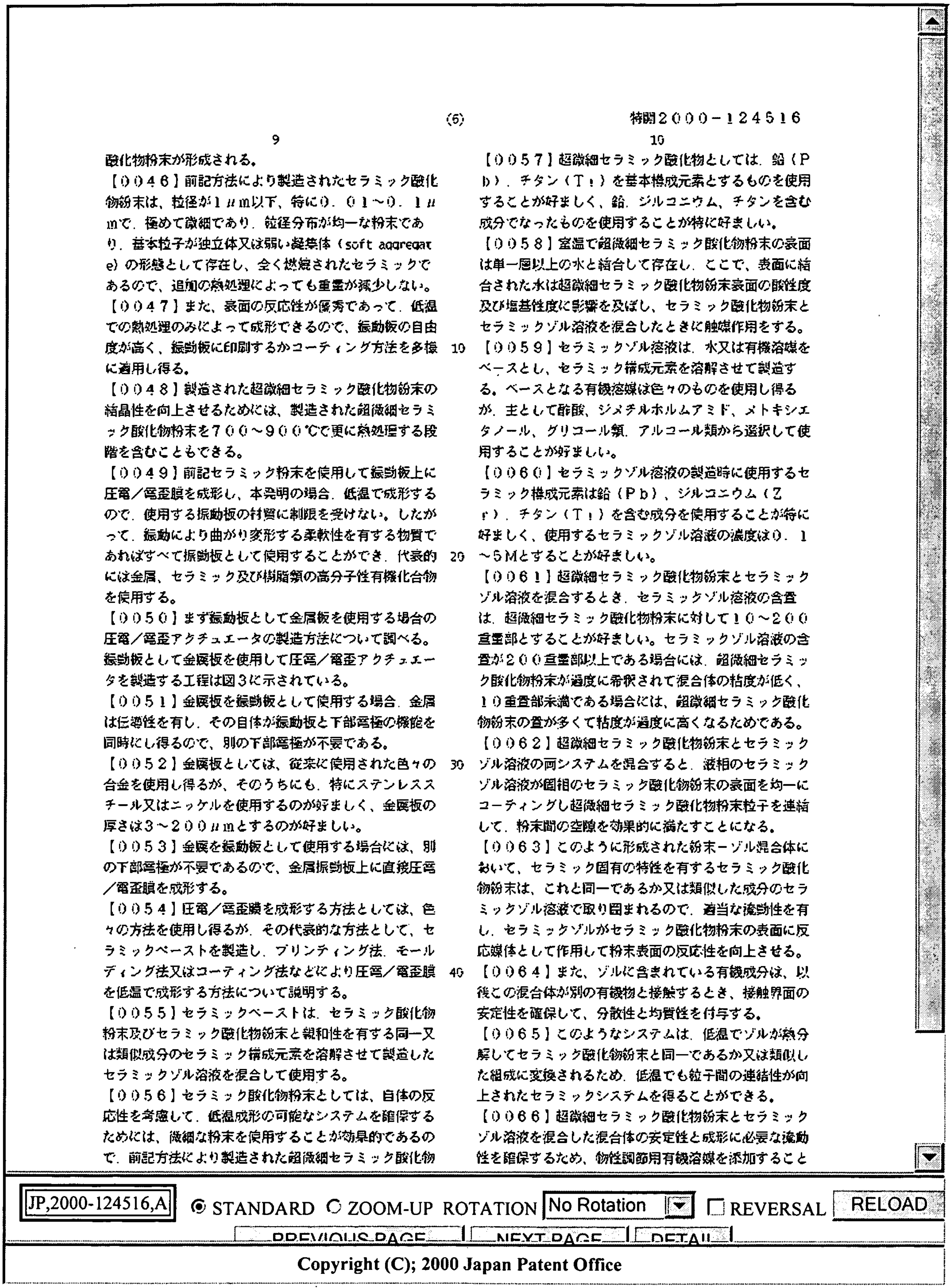
【００４１】セラミック構成成分が溶解又は分散された溶液又は分散混合物にクエン酸を加え混合して混合液を製造する。添加するクエン酸の量としては、前記セラミック構成元素の陰イオンと酸化－還元燃焼反応を起こすのに要求される量又はそれ以上を添加する。添加するクエン酸の量によって反応の進行速度を調節し得る。

【００４２】クエン酸をくわえて混合した混合液を１００～５００℃で熱処理する。熱処理の温度が高くなるほどにセラミック相の結晶性は向上されるが、熱処理温度が１００℃以上だけになってもクエン酸の燃焼反応が十分に開始でき．５００℃以上で熱処理しても反応が起こり得るが、それ以上の温度で熱処理することは従来の方法に比べて意味がない。

【００４３】より好ましくは１５０～３００℃で熱処理し．この温度範囲はかなり低温での熱処理でありながらもセラミック相の結晶性を適宜確保し得る。

【００４４】前記燃焼反応過程でクエン酸が除去され、このときに発生されるクエン酸の反応熱によりセラミック酸化物が飛散なく形成される。

【００４５】このような反応において．セラミック構成元素のほかの成分は十分な時間の燃焼反応により除去されるので、不純物が残留しない純粋な形態のセラミック



酸化物粉末が形成される。

【００４６】前記方法により製造されたセラミック酸化物粉末は、粒径が１μｍ以下、特に０．０１～０．１μｍで、極めて微細であり、粒径分布が均一な粉末であり、基本粒子が独立体又は弱い凝集体（soft aggregate）の形態として存在し、全く燃焼されたセラミックであるので、追加の熱処理によっても重量が減少しない。

【００４７】また、表面の反応性が優秀であって、低温での熱処理のみによって成形できるので、振動板の自由度が高く、振動板に印刷するかコーティング方法を多様に適用し得る。

【００４８】製造された超微細セラミック酸化物粉末の結晶性を向上させるためには、製造された超微細セラミック酸化物粉末を７００～９００℃で更に熱処理する段階を含むこともできる。

【００４９】前記セラミック粉末を使用して振動板上に圧電／電歪膜を成形し、本発明の場合、低温で成形するので、使用する振動板の材質に制限を受けない。したがって、振動により曲がり変形する柔軟性を有する物質であればすべて振動板として使用することができ、代表的には金属、セラミック及び樹脂類の高分子性有機化合物を使用する。

【００５０】まず振動板として金属板を使用する場合の圧電／電歪アクチュエータの製造方法について調べる。振動板として金属板を使用して圧電／電歪アクチュエータを製造する工程は図３に示されている。

【００５１】金属板を振動板として使用する場合、金属は伝導性を有し、その自体が振動板と下部電極の機能を同時にし得るので、別の下部電極が不要である。

【００５２】金属板としては、従来に使用された色々の合金を使用し得るが、そのうちにも、特にステンレススチール又はニッケルを使用するのが好ましく、金属板の厚さは3～２００μｍとするのが好ましい。

【００５３】金属を振動板として使用する場合には、別の下部電極が不要であるので、金属振動板上に直接圧電／電歪膜を成形する。

【００５４】圧電／電歪膜を成形する方法としては、色々の方法を使用し得るが、その代表的な方法として、セラミックペーストを製造し、プリンティング法、モールディング法又はコーティング法などにより圧電／電歪膜を低温で成形する方法について説明する。

【００５５】セラミックペーストは、セラミック酸化物粉末及びセラミック酸化物粉末と親和性を有する同一又は類似成分のセラミック構成元素を溶解させて製造したセラミックゾル溶液を混合して使用する。

【００５６】セラミック酸化物粉末としては、自体の反応性を考慮して、低温成形の可能なシステムを確保するためには、微細な粉末を使用することが効果的であるので、前記方法により製造された超微細セラミック酸化物

【００５７】超微細セラミック酸化物としては、鉛（Ｐｂ）、チタン（Ｔｉ）を基本構成元素とするものを使用することが好ましく、鉛、ジルコニウム、チタンを含む成分でなったものを使用することが特に好ましい。

【００５８】室温で超微細セラミック酸化物粉末の表面は単一層以上の水と結合して存在し、ここで、表面に結合された水は超微細セラミック酸化物粉末表面の酸性度及び塩基性度に影響を及ぼし、セラミック酸化物粉末とセラミックゾル溶液を混合したときに触媒作用をする。

【００５９】セラミックゾル溶液は、水又は有機溶媒をベースとし、セラミック構成元素を溶解させて製造する。ベースとなる有機溶媒は色々のものを使用し得るが、主として酢酸、ジメチルホルムアミド、メトキシエタノール、グリコール類、アルコール類から選択して使用することが好ましい。

【００６０】セラミックゾル溶液の製造時に使用するセラミック構成元素は鉛（Ｐｂ）、ジルコニウム（Ｚｒ）、チタン（Ｔｉ）を含む成分を使用することが特に好ましく、使用するセラミックゾル溶液の濃度は０．１～５Ｍとすることが好ましい。

【００６１】超微細セラミック酸化物粉末とセラミックゾル溶液を混合するとき、セラミックゾル溶液の含量は、超微細セラミック酸化物粉末に対して１０～２００重量部とすることが好ましい。セラミックゾル溶液の含量が２００重量部以上である場合には、超微細セラミック酸化物粉末が過度に希釈されて混合体の粘度が低く、１０重量部未満である場合には、超微細セラミック酸化物粉末の量が多くて粘度が過度に高くなるためである。

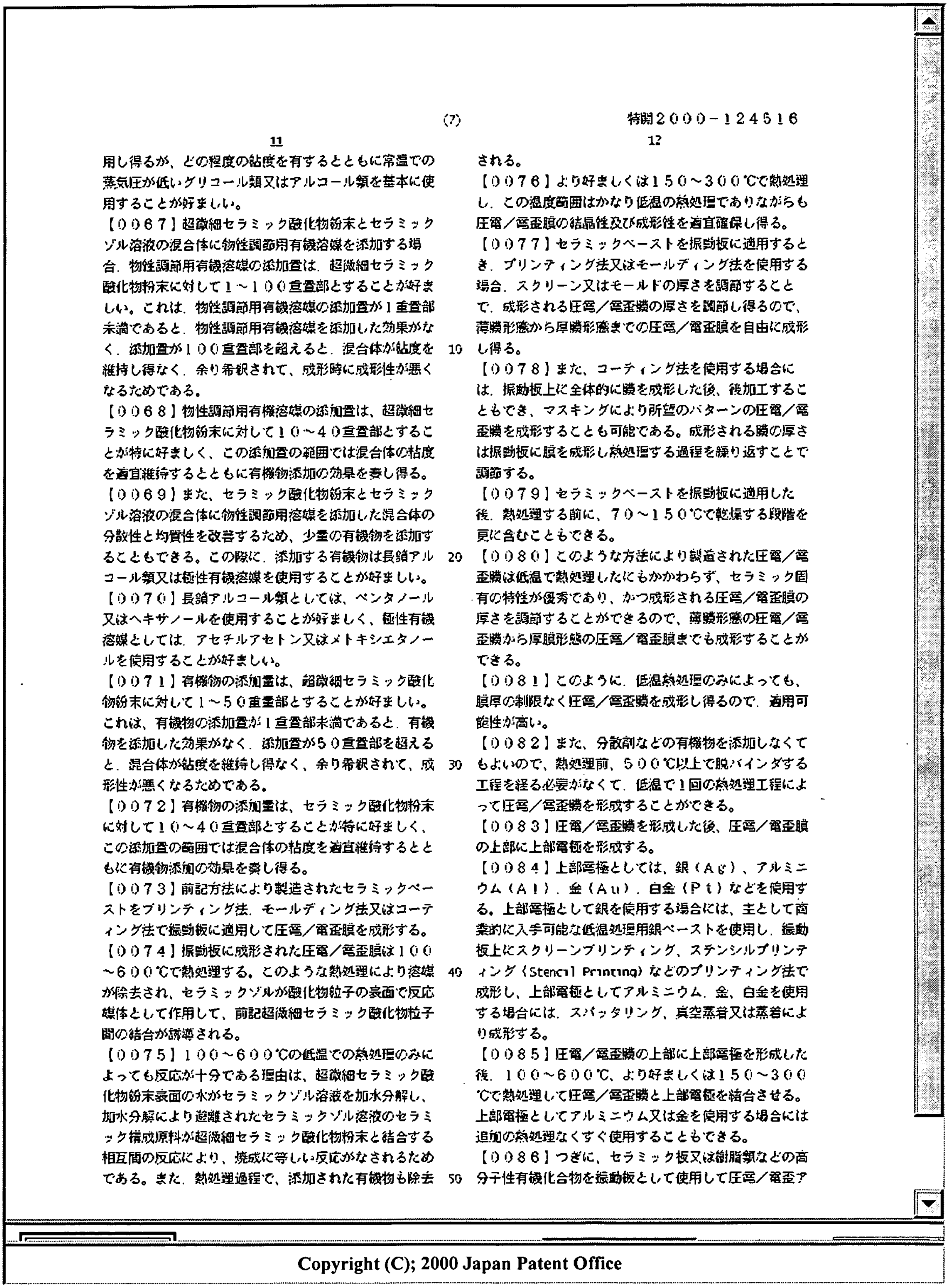
【００６２】超微細セラミック酸化物粉末とセラミックゾル溶液の両システムを混合すると、液相のセラミックゾル溶液が固相のセラミック酸化物粉末の表面を均一にコーティングし超微細セラミック酸化物粉末粒子を連結して、粉末間の空隙を効果的に満たすことになる。

【００６３】このように形成された粉末－ゾル混合体において、セラミック固有の特性を有するセラミック酸化物粉末は、これと同一であるか又は類似した成分のセラミックゾル溶液で取り囲まれるので、適当な流動性を有し、セラミックゾルがセラミック酸化物粉末の表面に反応媒体として作用して粉末表面の反応性を向上させる。

【００６４】また、ゾルに含まれている有機成分は、以後この混合体が別の有機物と接触するとき、接触界面の安定性を確保して、分散性と均質性を付与する。

【００６５】このようなシステムは、低温でゾルが熱分解してセラミック酸化物粉末と同一であるか又は類似した組成に変換されるため、低温でも粒子間の連結性が向上されたセラミックシステムを得ることができる。

【００６６】超微細セラミック酸化物粉末とセラミックゾル溶液を混合した混合体の安定性と成形に必要な流動性を確保するため、物性調節用有機溶媒を添加すること



用し得るが、どの程度の粘度を有するとともに常温での蒸気圧が低いグリコール類又はアルコール類を基本に使用することが好ましい。

【００６７】超微細セラミック酸化物粉末とセラミックゾル溶液の混合体に物性調節用有機溶媒を添加する場合．物性調節用有機溶媒の添加量は．超微細セラミック酸化物粉末に対して１～１００重量部とすることが好ましい。これは．物性調節用有機溶媒の添加量が１重量部未満であると．物性調節用有機溶媒を添加した効果がなく．添加量が１００重量部を超えると．混合体が粘度を維持し得なく．余り希釈されて、成形時に成形性が悪くなるためである。

【００６８】物性調節用有機溶媒の添加量は、超微細セラミック酸化物粉末に対して１０～４０重量部とすることが特に好ましく、この添加量の範囲では混合体の粘度を適宜維持するとともに有機物添加の効果を奏し得る。

【００６９】また、セラミック酸化物粉末とセラミックゾル溶液の混合体に物性調節用溶媒を添加した混合体の分散性と均質性を改善するため、少量の有機物を添加することもできる。この際に．添加する有機物は長鎖アルコール類又は極性有機溶媒を使用することが好ましい。

【００７０】長鎖アルコール類としては、ペンタノール又はヘキサノールを使用することが好ましく、極性有機溶媒としては．アセチルアセトン又はメトキシエタノールを使用することが好ましい。

【００７１】有機物の添加量は、超微細セラミック酸化物粉末に対して１～５０重量部とすることが好ましい。これは、有機物の添加量が１重量部未満であると．有機物を添加した効果がなく．添加量が５０重量部を超えると．混合体が粘度を維持し得なく、余り希釈されて、成形性が悪くなるためである。

【００７２】有機物の添加量は、セラミック酸化物粉末に対して１０～４０重量部とすることが特に好ましく、この添加量の範囲では混合体の粘度を適宜維持するとともに有機物添加の効果を奏し得る。

【００７３】前記方法により製造されたセラミックペーストをプリンティング法．モールディング法又はコーティング法で振動板に適用して圧電／電歪膜を成形する。

【００７４】振動板に成形された圧電／電歪膜は１００～６００℃で熱処理する。このような熱処理により溶媒が除去され、セラミックゾルが酸化物粒子の表面で反応媒体として作用して、前記超微細セラミック酸化物粒子間の結合が誘導される。

【００７５】１００～６００℃の低温での熱処理のみによっても反応が十分である理由は、超微細セラミック酸化物粉末表面の水がセラミックゾル溶液を加水分解し、加水分解により遊離されたセラミックゾル溶液のセラミック構成原料が超微細セラミック酸化物粉末と結合する相互間の反応により、焼成に等しい反応がなされるためである。また．熱処理過程で、添加された有機物も除去される。

【００７６】より好ましくは１５０～３００℃で熱処理し．この温度範囲はかなり低温の熱処理でありながらも圧電／電歪膜の結晶性及び成形性を適宜確保し得る。

【００７７】セラミックペーストを振動板に適用するとき．プリンティング法又はモールディング法を使用する場合．スクリーン又はモールドの厚さを調節することで．成形される圧電／電歪膜の厚さを調節し得るので、薄膜形態から厚膜形態までの圧電／電歪膜を自由に成形し得る。

【００７８】また、コーティング法を使用する場合には．振動板上に全体的に膜を成形した後、後加工することもでき、マスキングにより所望のパターンの圧電／電歪膜を成形することも可能である。成形される膜の厚さは振動板に膜を成形し熱処理する過程を繰り返すことで調節する。

【００７９】セラミックペーストを振動板に適用した後．熱処理する前に、７０～１５０℃で乾燥する段階を更に含むこともできる。

【００８０】このような方法により製造された圧電／電歪膜は低温で熱処理したにもかかわらず、セラミック固有の特性が優秀であり、かつ成形される圧電／電歪膜の厚さを調節することができるので、薄膜形態の圧電／電歪膜から厚膜形態の圧電／電歪膜までも成形することができる。

【００８１】このように．低温熱処理のみによっても、膜厚の制限なく圧電／電歪膜を成形し得るので．適用可能性が高い。

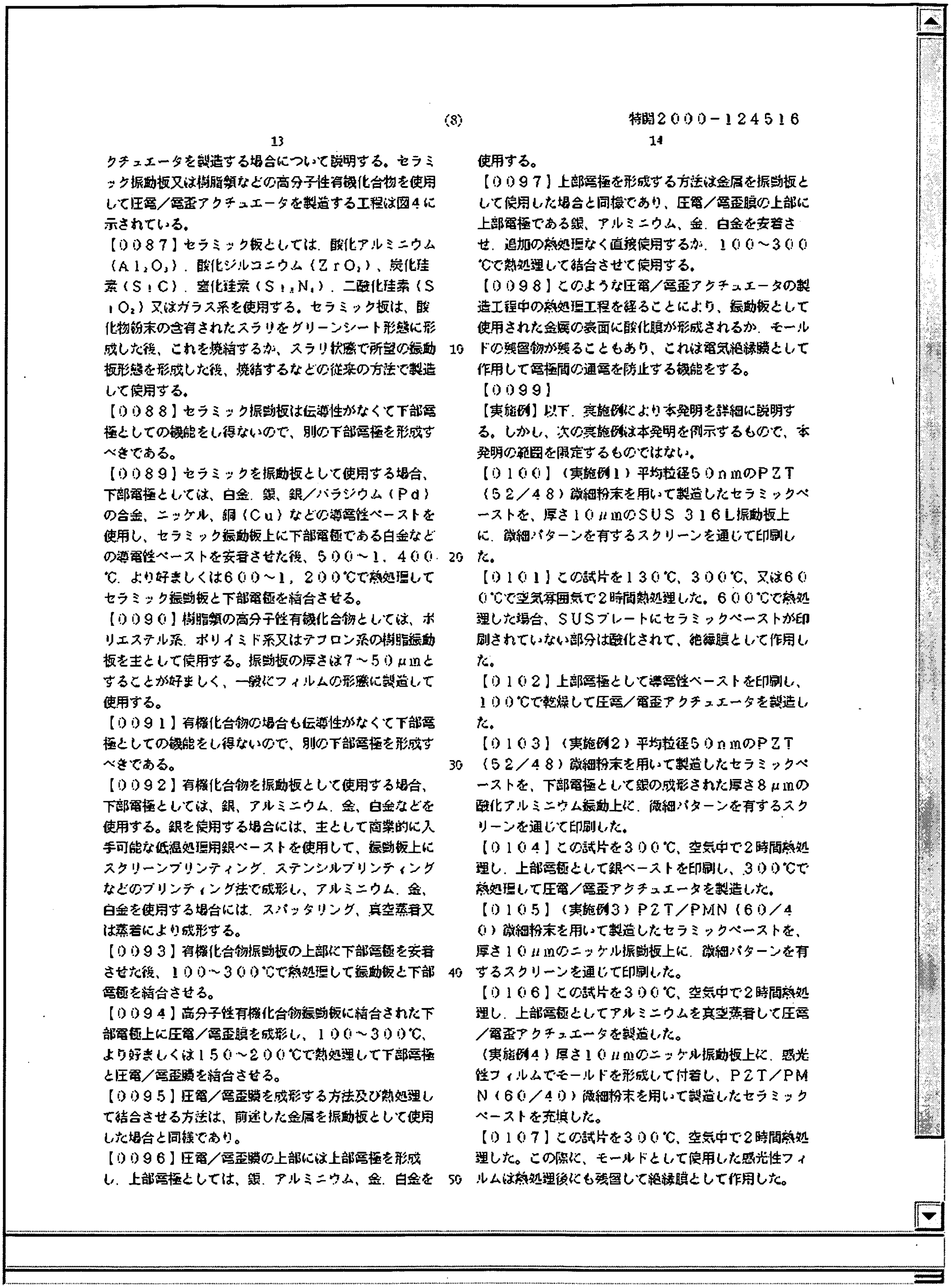
【００８２】また、分散剤などの有機物を添加しなくてもよいので、熱処理前、５００℃以上で脱バインダする工程を経る必要がなくて．低温で１回の熱処理工程によって圧電／電歪膜を形成することができる。

【００８３】圧電／電歪膜を形成した後、圧電／電歪膜の上部に上部電極を形成する。

【００８４】上部電極としては、銀（Ａｇ）、アルミニウム（Ａｌ）．金（Ａｕ）．白金（Ｐｔ）などを使用する。上部電極として銀を使用する場合には、主として商業的に入手可能な低温処理用銀ペーストを使用し．振動板上にスクリーンプリンティング、ステンシルプリンティング（Stencil Printing）などのプリンティング法で成形し、上部電極としてアルミニウム．金、白金を使用する場合には．スパッタリング、真空蒸着又は蒸着により成形する。

【００８５】圧電／電歪膜の上部に上部電極を形成した後．１００～６００℃、より好ましくは１５０～３００℃で熱処理して圧電／電歪膜と上部電極を結合させる。上部電極としてアルミニウム又は金を使用する場合には追加の熱処理なくすぐ使用することもできる。

【００８６】つぎに、セラミック板又は樹脂類などの高分子性有機化合物を振動板として使用して圧電／電歪ア



クチュエータを製造する場合について説明する。セラミック振動板又は樹脂類などの高分子性有機化合物を使用して圧電／電歪アクチュエータを製造する工程は図４に示されている。

【００８７】セラミック板としては、酸化アルミニウム（Al_2O_3）、酸化ジルコニウム（ZrO_2）、炭化珪素（ＳｉＣ）、窒化珪素（Si_3N_4）、二酸化珪素（SiO_2）又はガラス系を使用する。セラミック板は、酸化物粉末の含有されたスラリをグリーンシート形態に形成した後、これを焼結するか、スラリ状態で所望の振動板形態を形成した後、焼結するなどの従来の方法で製造して使用する。

【００８８】セラミック振動板は伝導性がなくて下部電極としての機能をし得ないので、別の下部電極を形成すべきである。

【００８９】セラミックを振動板として使用する場合、下部電極としては、白金、銀、銀／パラジウム（Ｐｄ）の合金、ニッケル、銅（Ｃｕ）などの導電性ペーストを使用し、セラミック振動板上に下部電極である白金などの導電性ペーストを安着させた後、５００～１，４００℃、より好ましくは６００～１，２００℃で熱処理してセラミック振動板と下部電極を結合させる。

【００９０】樹脂類の高分子性有機化合物としては、ポリエステル系、ポリイミド系又はテフロン系の樹脂振動板を主として使用する。振動板の厚さは７～５０μｍとすることが好ましく、一般にフィルムの形態に製造して使用する。

【００９１】有機化合物の場合も伝導性がなくて下部電極としての機能をし得ないので、別の下部電極を形成すべきである。

【００９２】有機化合物を振動板として使用する場合、下部電極としては、銀、アルミニウム、金、白金などを使用する。銀を使用する場合には、主として商業的に入手可能な低温処理用銀ペーストを使用して、振動板上にスクリーンプリンティング、ステンシルプリンティングなどのプリンティング法で成形し、アルミニウム、金、白金を使用する場合には、スパッタリング、真空蒸着又は蒸着により成形する。

【００９３】有機化合物振動板の上部に下部電極を安着させた後、１００～３００℃で熱処理して振動板と下部電極を結合させる。

【００９４】高分子性有機化合物振動板に結合された下部電極上に圧電／電歪膜を成形し、１００～３００℃、より好ましくは１５０～２００℃で熱処理して下部電極と圧電／電歪膜を結合させる。

【００９５】圧電／電歪膜を成形する方法及び熱処理して結合させる方法は、前述した金属を振動板として使用した場合と同様であり。

【００９６】圧電／電歪膜の上部には上部電極を形成し、上部電極としては、銀、アルミニウム、金、白金を使用する。

【００９７】上部電極を形成する方法は金属を振動板として使用した場合と同様であり、圧電／電歪膜の上部に上部電極である銀、アルミニウム、金、白金を安着させ、追加の熱処理なく直接使用するか、１００～３００℃で熱処理して結合させて使用する。

【００９８】このような圧電／電歪アクチュエータの製造工程中の熱処理工程を経ることにより、振動板として使用された金属の表面に酸化膜が形成されるか、モールドの残留物が残ることもあり、これは電気絶縁膜として作用して電極間の通電を防止する機能をする。

【００９９】

【実施例】以下、実施例により本発明を詳細に説明する。しかし、次の実施例は本発明を例示するもので、本発明の範囲を限定するものではない。

【０１００】（実施例１）平均粒径５０ｎｍのＰＺＴ（５２／４８）微細粉末を用いて製造したセラミックペーストを、厚さ１０μｍのＳＵＳ ３１６Ｌ振動板上に、微細パターンを有するスクリーンを通じて印刷した。

【０１０１】この試片を１３０℃、３００℃、又は６００℃で空気雰囲気で２時間熱処理した。６００℃で熱処理した場合、ＳＵＳプレートにセラミックペーストが印刷されていない部分は酸化されて、絶縁膜として作用した。

【０１０２】上部電極として導電性ペーストを印刷し、１００℃で乾燥して圧電／電歪アクチュエータを製造した。

【０１０３】（実施例２）平均粒径５０ｎｍのＰＺＴ（５２／４８）微細粉末を用いて製造したセラミックペーストを、下部電極として銀の成形された厚さ８μｍの酸化アルミニウム振動上に、微細パターンを有するスクリーンを通じて印刷した。

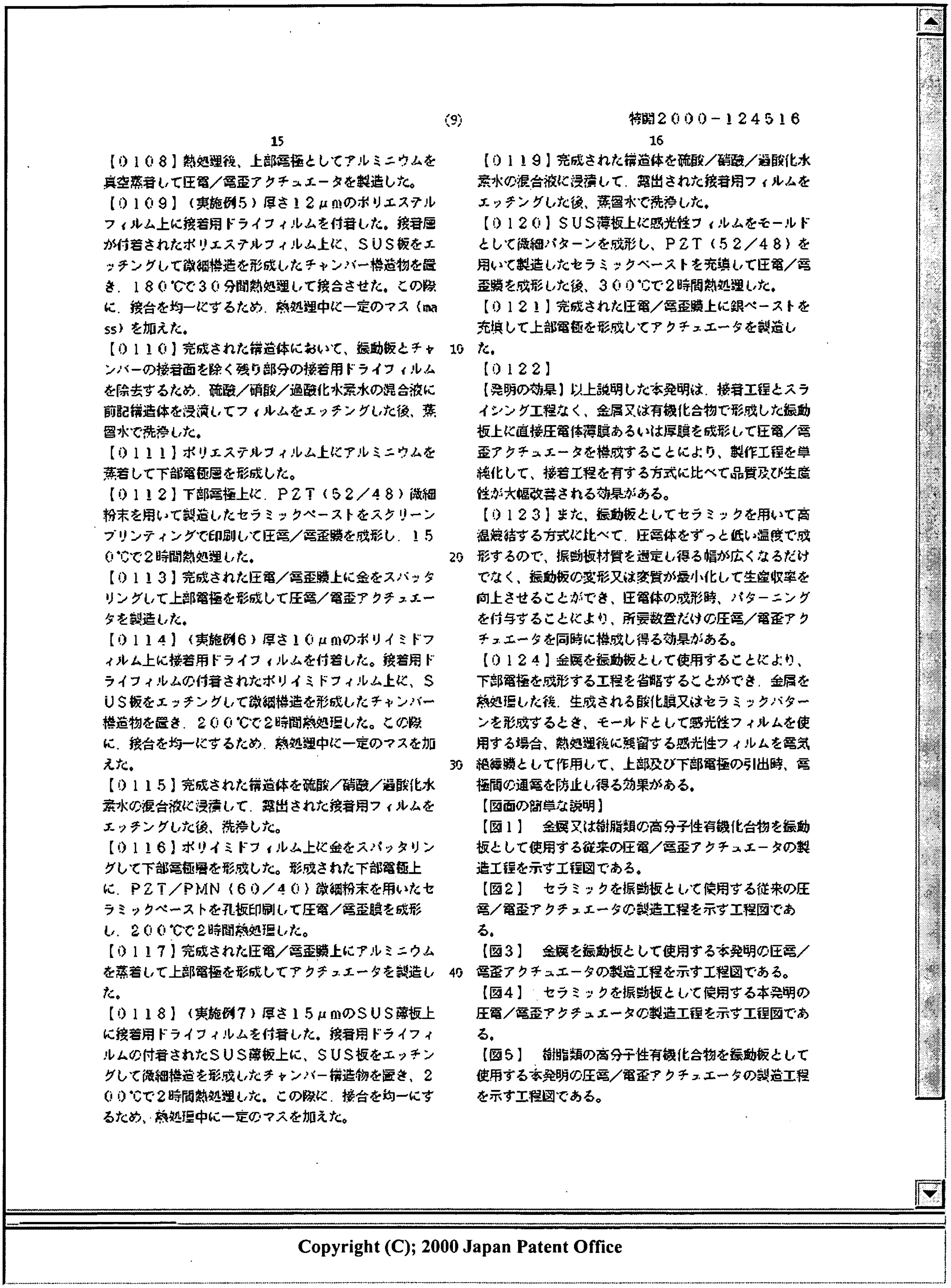
【０１０４】この試片を３００℃、空気中で２時間熱処理し、上部電極として銀ペーストを印刷し、３００℃で熱処理して圧電／電歪アクチュエータを製造した。

【０１０５】（実施例３）ＰＺＴ／ＰＭＮ（６０／４０）微細粉末を用いて製造したセラミックペーストを、厚さ１０μｍのニッケル振動板上に、微細パターンを有するスクリーンを通じて印刷した。

【０１０６】この試片を３００℃、空気中で２時間熱処理し、上部電極としてアルミニウムを真空蒸着して圧電／電歪アクチュエータを製造した。

（実施例４）厚さ１０μｍのニッケル振動板上に、感光性フィルムでモールドを形成して付着し、ＰＺＴ／ＰＭＮ（６０／４０）微細粉末を用いて製造したセラミックペーストを充填した。

【０１０７】この試片を３００℃、空気中で２時間熱処理した。この際に、モールドとして使用した感光性フィルムは熱処理後にも残留して絶縁膜として作用した。



【０１０８】熱処理後、上部電極としてアルミニウムを真空蒸着して圧電／電歪アクチュエータを製造した。

【０１０９】（実施例５）厚さ１２μmのポリエステルフィルム上に接着用ドライフィルムを付着した。接着層が付着されたポリエステルフィルム上に、ＳＵＳ板をエッチングして微細構造を形成したチャンバー構造物を置き．１８０℃で３０分間熱処理して接合させた。この際に．接合を均一にするため．熱処理中に一定のマス（mass）を加えた。

【０１１０】完成された構造体において、振動板とチャンバーの接着面を除く残り部分の接着用ドライフィルムを除去するため．硫酸／硝酸／過酸化水素水の混合液に前記構造体を浸漬してフィルムをエッチングした後、蒸留水で洗浄した。

【０１１１】ポリエステルフィルム上にアルミニウムを蒸着して下部電極層を形成した。

【０１１２】下部電極上に．ＰＺＴ（５２／４８）微細粉末を用いて製造したセラミックペーストをスクリーンプリンティングで印刷して圧電／電歪膜を成形し．１５０℃で２時間熱処理した。

【０１１３】完成された圧電／電歪膜上に金をスパッタリングして上部電極を形成して圧電／電歪アクチュエータを製造した。

【０１１４】（実施例６）厚さ１０μmのポリイミドフィルム上に接着用ドライフィルムを付着した。接着用ドライフィルムの付着されたポリイミドフィルム上に、ＳＵＳ板をエッチングして微細構造を形成したチャンバー構造物を置き．２００℃で２時間熱処理した。この際に．接合を均一にするため．熱処理中に一定のマスを加えた。

【０１１５】完成された構造体を硫酸／硝酸／過酸化水素水の混合液に浸漬して．露出された接着用フィルムをエッチングした後、洗浄した。

【０１１６】ポリイミドフィルム上に金をスパッタリングして下部電極層を形成した。形成された下部電極上に．ＰＺＴ／ＰＭＮ（６０／４０）微細粉末を用いたセラミックペーストを孔板印刷して圧電／電歪膜を成形し．２００℃で２時間熱処理した。

【０１１７】完成された圧電／電歪膜上にアルミニウムを蒸着して上部電極を形成してアクチュエータを製造した。

【０１１８】（実施例７）厚さ１５μmのＳＵＳ薄板上に接着用ドライフィルムを付着した。接着用ドライフィルムの付着されたＳＵＳ薄板上に、ＳＵＳ板をエッチングして微細構造を形成したチャンバー構造物を置き、２００℃で２時間熱処理した。この際に．接合を均一にするため、熱処理中に一定のマスを加えた。

【０１１９】完成された構造体を硫酸／硝酸／過酸化水素水の混合液に浸漬して．露出された接着用フィルムをエッチングした後、蒸留水で洗浄した。

【０１２０】ＳＵＳ薄板上に感光性フィルムをモールドとして微細パターンを成形し、ＰＺＴ（５２／４８）を用いて製造したセラミックペーストを充填して圧電／電歪膜を成形した後、３００℃で２時間熱処理した。

【０１２１】完成された圧電／電歪膜上に銀ペーストを充填して上部電極を形成してアクチュエータを製造した。

【０１２２】

【発明の効果】以上説明した本発明は．接着工程とスライシング工程なく、金属又は有機化合物で形成した振動板上に直接圧電体薄膜あるいは厚膜を成形して圧電／電歪アクチュエータを構成することにより、製作工程を単純化して、接着工程を有する方式に比べて品質及び生産性が大幅改善される効果がある。

【０１２３】また、振動板としてセラミックを用いて高温焼結する方式に比べて．圧電体をずっと低い温度で成形するので、振動板材質を選定し得る幅が広くなるだけでなく、振動板の変形又は変質が最小化して生産収率を向上させることができ、圧電体の成形時、パターニングを付与することにより、所要数量だけの圧電／電歪アクチュエータを同時に構成し得る効果がある。

【０１２４】金属を振動板として使用することにより、下部電極を成形する工程を省略することができ．金属を熱処理した後．生成される酸化膜又はセラミックパターンを形成するとき、モールドとして感光性フィルムを使用する場合、熱処理後に残留する感光性フィルムを電気絶縁膜として作用して、上部及び下部電極の引出時、電極間の通電を防止し得る効果がある。

【図面の簡単な説明】

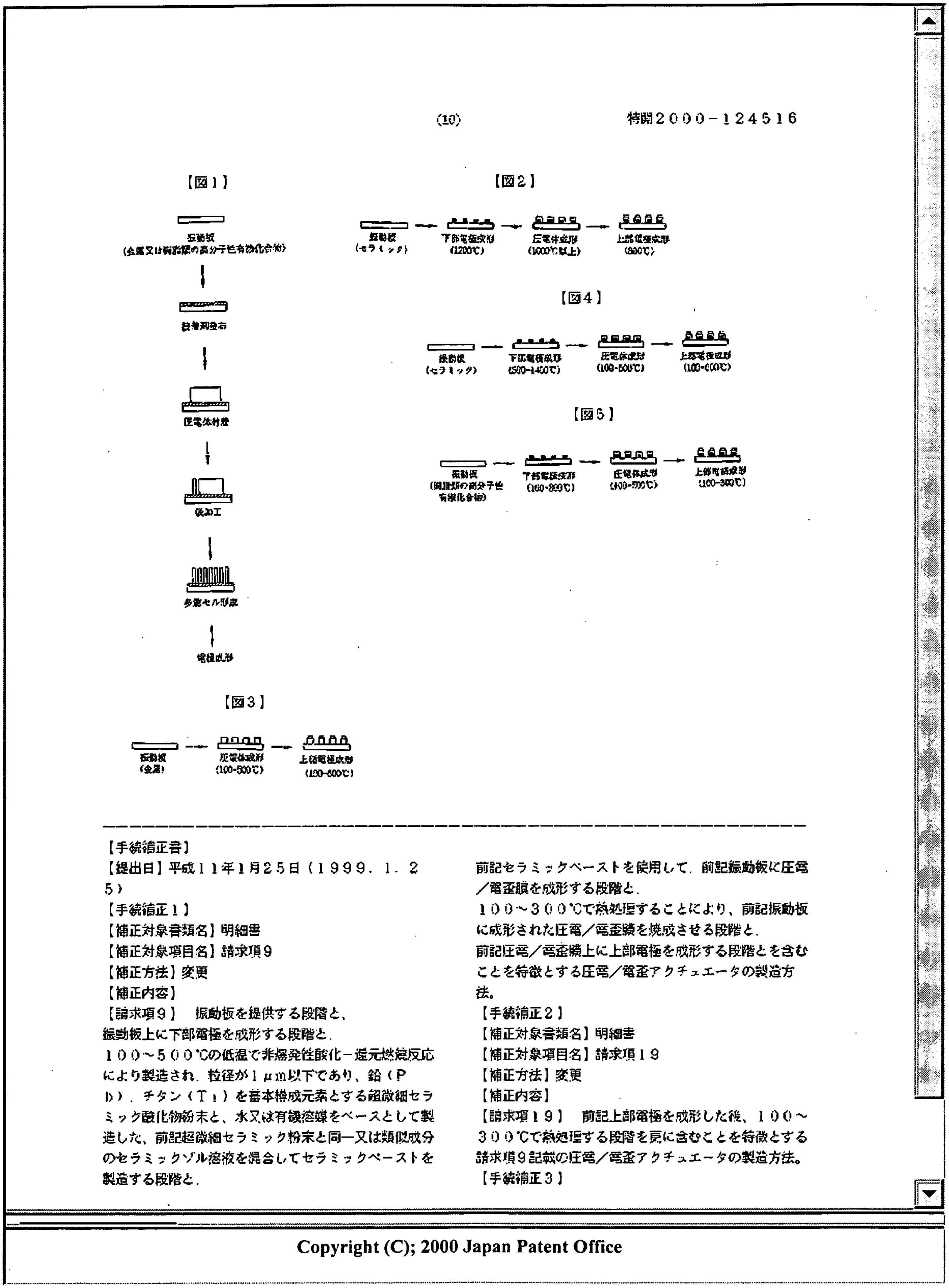
【図１】　金属又は樹脂類の高分子性有機化合物を振動板として使用する従来の圧電／電歪アクチュエータの製造工程を示す工程図である。

【図２】　セラミックを振動板として使用する従来の圧電／電歪アクチュエータの製造工程を示す工程図である。

【図３】　金属を振動板として使用する本発明の圧電／電歪アクチュエータの製造工程を示す工程図である。

【図４】　セラミックを振動板として使用する本発明の圧電／電歪アクチュエータの製造工程を示す工程図である。

【図５】　樹脂類の高分子性有機化合物を振動板として使用する本発明の圧電／電歪アクチュエータの製造工程を示す工程図である。



【図１】

【図２】

【図４】

【図５】

【図３】

【手続補正書】

【提出日】平成１１年１月２５日（１９９９．１．２５）

【手続補正１】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項９

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項９】　振動板を提供する段階と、
振動板上に下部電極を成形する段階と、
１００～５００℃の低温で非爆発性酸化－還元燃焼反応により製造され、粒径が１μm以下であり、鉛（Ｐｂ）、チタン（Ｔｉ）を基本構成元素とする超微細セラミック酸化物粉末と、水又は有機溶媒をベースとして製造した、前記超微細セラミック粉末と同一又は類似成分のセラミックゾル溶液を混合してセラミックペーストを製造する段階と、
前記セラミックペーストを使用して、前記振動板に圧電／電歪膜を成形する段階と、
１００～３００℃で熱処理することにより、前記振動板に成形された圧電／電歪膜を焼成させる段階と、
前記圧電／電歪膜上に上部電極を成形する段階とを含むことを特徴とする圧電／電歪アクチュエータの製造方法。

【手続補正２】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項１９

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項１９】　前記上部電極を成形した後、１００～３００℃で熱処理する段階を更に含むことを特徴とする請求項９記載の圧電／電歪アクチュエータの製造方法。

【手続補正３】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】請求項２０
【補正方法】変更
【補正内容】

【請求項２０】　前記圧電／電歪膜を成形した後の熱処理を１５０～２００℃で行うことを特徴とする請求項９記載の圧電／電歪アクチュエータの製造方法。

【手続補正４】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００３２
【補正方法】変更
【補正内容】

【００３２】また、本発明は、振動板を提供する段階と、振動板上に下部電極を成形する段階と、１００～５００℃の低温で非爆発性酸化－還元燃焼反応により製造され、粒径が１μm以下であり、鉛（Ｐｂ）、チタン（Ｔｉ）を基本構成元素とする超微細セラミック酸化物粉末と、水又は有機溶媒をベースとして製造した、前記超微細セラミック粉末と同一又は類似成分のセラミックゾル溶液を混合してセラミックペーストを製造する段階と、前記セラミックペーストを使用して、前記振動板に圧電／電歪膜を成形する段階と、１００～３００℃で熱処理することにより、前記振動板に成形された圧電／電歪膜を焼成させる段階と、前記圧電／電歪膜上に上部電極を成形する段階とを含む圧電／電歪アクチュエータの製造方法にその特徴がある。

【手続補正５】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００５０
【補正方法】変更
【補正内容】

【００５０】まず、振動板として金属板を使用する場合の圧電／電歪アクチュエータの製造方法について述べる。振動板として金属板を使用して圧電／電歪アクチュエータを製造する工程は図３に示されている。

【手続補正６】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００８９
【補正方法】変更
【補正内容】

【００８９】セラミックを振動板として使用する場合、下部電極としては、白金、銀、銀／パラジウム（Ｐｄ）の合金、ニッケル、銅（Ｃｕ）などの導電性ペーストを使用し、セラミック振動板上に下部電極である白金などの導電性ペーストを塗着させた後、５００～１，４００℃、より好ましくは６００～１，２００℃で熱処理してセラミック振動板と下部電極を結合させる。

【手続補正７】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００９３
【補正方法】変更
【補正内容】

【００９３】有機化合物振動板の上部に下部電極を固着させた後、１００～３００℃で熱処理して振動板と下部電極を結合させる。

【手続補正８】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００９５
【補正方法】変更
【補正内容】

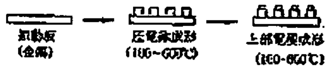
【００９５】圧電／電歪膜を成形する方法及び熱処理して結合させる方法は、前述した金属を振動板として使用した場合と同様である。

【手続補正９】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００９７
【補正方法】変更
【補正内容】

【００９７】上部電極を形成する方法は金属を振動板として使用した場合と同様であり、圧電／電歪膜の上部に上部電極である銀、アルミニウム、金、白金を固着させ、追加の熱処理なく直接使用するか、１００～３００℃で熱処理して結合させて使用する。

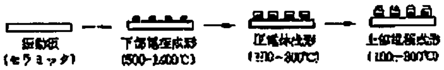
【手続補正１０】
【補正対象書類名】図面
【補正対象項目名】図３
【補正方法】変更
【補正内容】

【図３】



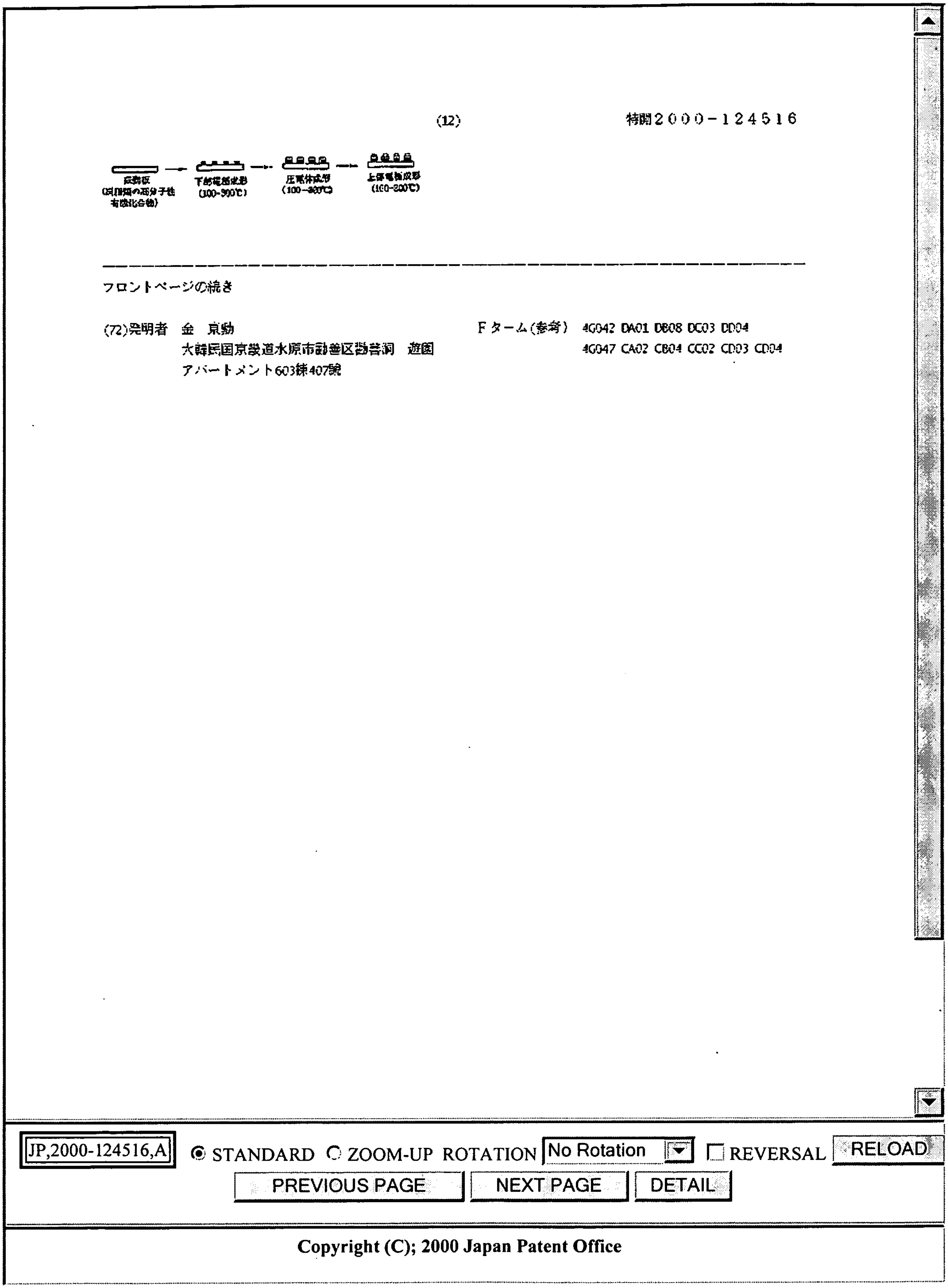
【手続補正１１】
【補正対象書類名】図面
【補正対象項目名】図４
【補正方法】変更
【補正内容】

【図４】



【手続補正１２】
【補正対象書類名】図面
【補正対象項目名】図５
【補正方法】変更
【補正内容】

【図５】



(12) 特開２０００－１２４５１６

フロントページの続き

(72)発明者 金 京勲
大韓民国京畿道水原市勧善区勧善洞 遊園
アパートメント603棟407號

Fターム(参考) 4G042 DA01 DB08 DC03 DD04
4G047 CA02 CB04 CC02 CD03 CD04

JP,2000-124516,A

● STANDARD ○ ZOOM-UP ROTATION No Rotation ☐ REVERSAL